

三笠市立博物館紀要 11号, 61-80ページ, 2007年3月  
Bulletin of the Mikasa City Museum, No.11, 61-80, March, 2007  
ISSN 1344-2295

## 幾春別背斜東翼部の蝦夷層群三笠層～羽幌川層の堆積相とシーケンス層序 —セノマニアン—コニアシ안의第3～4オーダー堆積シーケンス

船越郁生\*・安藤寿男\*\*

\* 茨城大学大学院理工学研究科 310-8512 水戸市文京 2-1-1

\*\* 茨城大学理学部地球環境科学コース 310-8512 水戸市文京 2-1-1

### Depositional facies and sequence stratigraphy of the Mikasa to Haborogawa formations, Yezo Group, in the eastern limb area of Ikushunbetsu Anticline, Hokkaido, Japan: Cenomanian to Coniacian third- to fourth-order depositional sequences

Ikuo Funakoshi\* and Hisao Ando\*\*

\* Graduate School of Science and Technology, Ibaraki University, Bunkyo 2-1-1, Mito, Ibaraki 310-8512, Japan

\*\* Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki Univ., Bunkyo 2-1-1, Mito, Ibaraki 310-8512, Japan.

**Abstract.** The Mikasa and Haborogawa formations of the Yezo Group (Cretaceous forearc sediments) distributed in the eastern limb area of Ikushunbetsu Anticline, central Hokkaido, are examined through sedimentary facies analysis and sequence stratigraphy. Nine recognized depositional facies and their distribution suggest that the Mikasa and Haborogawa formations were deposited under inner to outer shelf and associated lower shoreface environments, and outer to subordinately inner shelf ones, respectively. A total of 12 fourth-order depositional sequences for the Mikasa Formation and 6 sequences for the Haborogawa Formation can be traced around the study area on the basis of the repetitively developed coarsening-upward facies successions (CUS). One CUS is typically composed of bioturbated sandy siltstone to fine/medium, massive/hummocky cross-stratified (HCS) sandstone through bioturbated silty sandstone in upward sequence. Some sequences include thin fining-upward successions (FUS) below CUS in some sections. Furthermore, three and two third-order depositional sequence sets for the Mikasa and Haborogawa formations, respectively, can be identified through stacking patterns of the sequences.

Megafossil (ammonites and inoceramids) biostratigraphy shows that the Mikasa and Haborogawa formations were deposited during Cenomanian to middle Turonian and late Turonian to late Coniacian in age. Shallow-marine bivalve assemblages commonly occur from the middle Cenomanian and the middle Turonian, but their composition is mostly different between the two horizons. The Cenomanian assemblages are more diverse in composition. Few megafossils occur from the upper Cenomanian to lower Turonian, although careful survey for the C/T boundary horizon and nearby.

**Keywords:** sequence stratigraphy, Mikasa Formation, depositional facies, Yezo Group, Cenomanian, Turonian, Coniacian, shallow marine deposits

## はじめに

北海道中軸部の空知-蝦夷帯に南北に広く分布する白亜系-下部古第三系の蝦夷層群は、サハリン中部から常磐-鹿島沖にまで続く蝦夷堆積盆 (Ando, 2003; 安藤, 2005, 2006) のうちの北海道亜堆積盆で形成された地層群である。古ユーラシアプレート東縁の前弧海盆に堆積した厚い珪質碎屑物を主体とし、蝦夷堆積盆の層序や化石の記録を最もよく残しており、特に北西太平洋地域の白亜系の模式地域となっている。Matsumoto (1942-43) による総括的研究以降、数多くの層序学的・古生物学的研究がなされてきており、その研究史は安藤が機会あるごとにまとめてきている (安藤, 1990a, 1998, 2005; 安藤ほか, 1994; Ando, 2003; Ando et al., 2006; Hirano et al., 1992)。また最近では、Takashima et al. (2004) が、蝦夷層群分布域の主要部である大夕張-三笠-芦別地域と小平-羽幌地域において、大型化石-微化石、炭素同位体比層序を総括的に見直し、蝦夷層群全体の統一された岩相層序区分を提唱・定義している。今後はこの層序区分にしたがって、他地域の層序も見直していく必要がある。

白亜系下部のアプチアン階から下部古第三系暁新統におよぶ蝦夷層群は、一般に暗灰色の泥質岩や泥質タービダイトが卓越するが、北海道中央部西側の三笠地域における最上部アルビアン~チューロニアン三笠層と、北海道全域における下部カンパニアン以上の函淵層では砂質岩が卓越しており、蝦夷堆積盆西縁の浅海~河川相を代表している。そのため三笠層は層準や地域による堆積相変化に富んでおり、高精度の堆積相解析やシーケンス層序解析に適している。さらに三笠層は、東側の泥質沖合相である佐久層と同時異相の関係にある (松本・岡田, 1973) ため、両者を比較することで堆積盆の東西、つまり海陸方向の堆積相や堆積環境変化の特徴を把握することができる。

三笠層の層序と堆積相については、すでに安藤 (1987, 1990a, b, 2000, 2001)、安藤・小玉 (1998) で詳述しており、大型化石層序を考慮した堆積相層序やその時空分布およびシーケンス層序も提示した。三笠層の分布は、北海道中央部の、いわゆる石狩炭田地域に限られるが、堆積相分布、堆積システムの発達様式は一律ではない。しかし、三笠層は大局的には、後期アルビアン~後期チューロニアンにかけての、陸域~浅海堆積システムの3回におよぶ前進・後退サイクル、あるいは3回の相対的海水準変動サイクルによって形成された、3層の第3オーダーシーケンスからなる。それぞれはいずれも、3層の第4オーダーシーケンス (あるいはパラシーケンス: van Wagoner et al., 1990) が認められ、一つのセクションですべてが見られるわけではないが、三笠層分布域全体で見ると少なくとも9回の反復的な堆積相サクセッション (facies succession) が確認できる。さらに河川~浅海成の砂層をもたらした堆積システムの中心は時代と共に北から南に移動したことも推定できる (安藤 1990a, b; Ando, 1997, 2003)。このことは岩相層序単元である三笠層の下限や上限が地域によって時代

が異なる (diachronous) ことを意味しており、特に上限は羽幌川層 (Takashima et al., 2004 の定義: 従来の上部蝦夷層群下部) と指交関係にある。

三笠層からは浅海生の二枚貝・巻貝・アンモナイトを主とする軟体動物化石が豊富に産出しており、それらの産出様式は堆積相と密接に関係する。これまで化石相と堆積相との相互関係を論じた研究には、小島・二上 (1975)、Obata and Futakami (1977)、Tanabe et al. (1978)、二上ほか (1980)、二上 (1982)、Futakami (1986a, b) などがあるが、いずれも大局的な傾向を捉えたものである。したがって、奔別川セクションを扱った安藤・小玉 (1998) や安藤 (2000, 2001)、数セクションの汽水生二枚貝カキ密集層を調べた安藤ほか (2003) のような、堆積相層序やシーケンス層序に化石層序や群集解析あるいはタフォノミーを加えた研究を、全地域・全層準に広げていく必要がある。こうした研究は、蝦夷堆積盆西縁の堆積環境やその変遷史を精密に描き出すことにつながるであろう。

三笠層は、南北性の空知背斜と幾春別背斜、およびその南方延長の万字ドーム、鳩ノ巣ドームをなして分布するため、背斜の西翼と東翼側で堆積相が異なり、西翼ほど浅海相が、東翼ほど沖合相が多くて厚い。安藤 (1990a, b) で示したように、東翼側のセクションでは下部外浜~内側陸棚環境の細粒砂岩相や内側陸棚以深の沖合泥岩相が厚く発達する。第3~4 オーダーシーケンスにおける堆積相変化量が小さい割には側方変化が大きく、また凝灰岩や特徴的な岩相を示す鍵層に乏しいため、異なるセクション間でのシーケンスの追跡や対比が難しい。安藤 (1990a, b) では、空知背斜から幾春別背斜北部までの東翼側の八月沢、岩石沢、幾春別川 (三笠層の模式地) の3セクションの対比を試みているが、その精度は十分ではない。三笠層における高精細な堆積史復元には、背斜東翼側での精密シーケンス層序を確立することが必要である。

一方、三笠層の軟体動物化石は、セノマニアン中下部とチューロニアン中部に多産するが、セノマニアン上部からチューロニアン下部ではその産出頻度がきわめて低く、海洋無酸素事変 (OAE) 層準をはさんだ動物相変化解明のための試料に乏しい (安藤・小玉, 1998)。したがって、精密シーケンス層序に基づいて連続的に採取したなるべく多くの化石試料が必要である。

本論文では、こうした2つの課題を解決することを目的として、三笠地域北東部~芦別地域南部の幾春別背斜東翼部において、三笠層および羽幌川層下部の堆積相とシーケンス層序を詳述する。また、セノマニアン階からチューロニアン階にかけてみられる二枚貝化石相の変化についてもわずかながら触れておく。

謝辞: まずは小論の執筆の機会を与えて下さった三笠市立博物館の栗原憲一博士、加納 学氏に感謝したい。また、野外調査に当たっては各種の便宜を戴いた長谷川浩二館長をはじめとする博物館の皆さんに御礼申し上げたい。三笠市長の小林和男氏には、野外調査期間中の宿泊地の面倒を

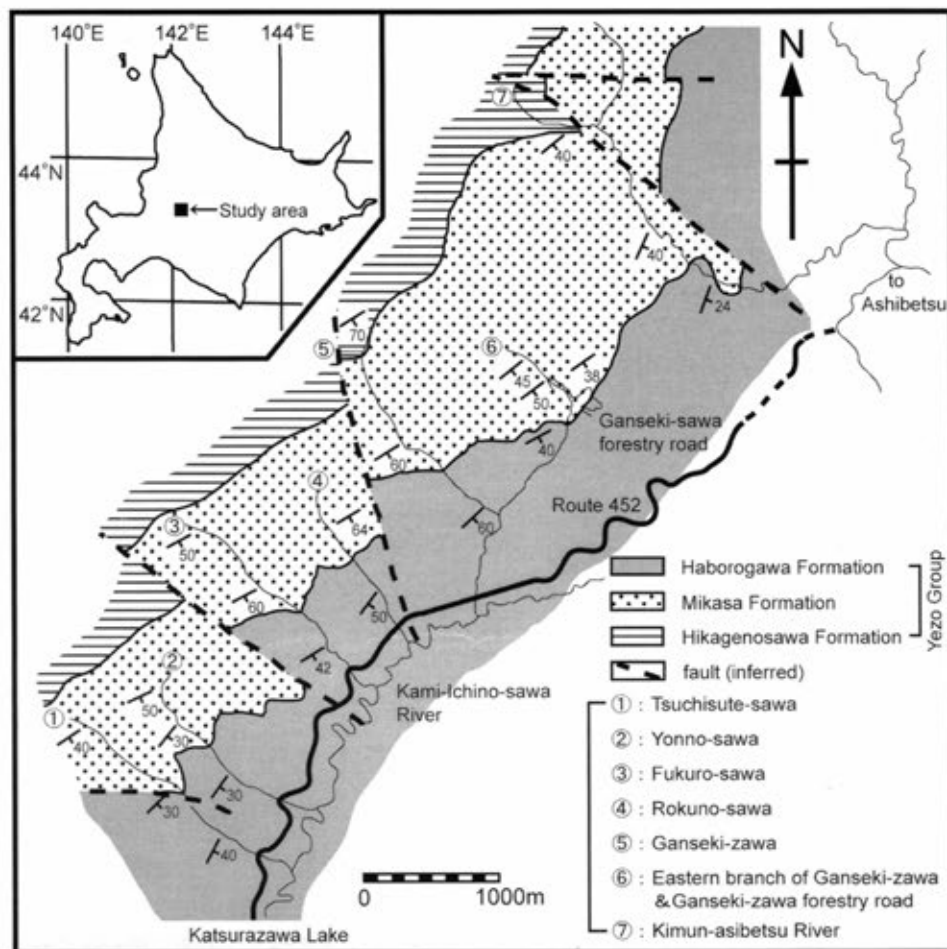


Fig. 1. Geological map of the Mikasa Formation in the northern part of the eastern limb area of Ikushunbetsu Anticline, Mikasa City.

見て戴いた上、様々な面で御厚意を賜った。京都大学大学院の松永 豪氏、早稲田大学大学院の栗原 慧氏をはじめとする峨眉山荘の学生の方々にも色々とお世話戴いた。茨城大学大学院の矢野 健氏、永田 潤氏、堤 匡史氏には、調査や研究にあたりご協力戴いた。調査にあたって、空知森林管理署に入林の許可を戴いた。本研究には日本学術振興会科学研究費基盤研究(C)No. 17540441 (代表者: 安藤寿男), (B)No.15340178 (代表者: 早稲田大学平野弘道教授)の一部を支出した。以上の方々、機関に御礼申し上げる次第である。

## 地質概説

### 1. 北海道中央部の蝦夷層群の大構造

空知-蝦夷帯中央部に位置する夕張山地では、蝦夷層群は大局的には南北に延びる複背斜褶曲帯をなして東西2列に分布する。下位の空知層群や夕張岳蛇紋岩メランジをなす神居古譚垂帯を中軸として、その西翼側には、北部では北にプランジした南北性の空知背斜と、中部ではその南方延長である北北東-南南西~北東-南西方向に軸を持つ幾春別背斜が発達している。神居古譚垂帯と空知-幾春別

背斜の間には向斜性の中規模褶曲構造や大規模な衝上断層がある (Takashima et al., 2004)。幾春別背斜は軸面が東に傾斜する西側に転倒した褶曲で、東翼の傾斜が  $30 \sim 60^\circ$  であるのに対し、西翼は  $70 \sim 90^\circ$  である。

### 2. 調査地域

今回の調査地域は、幾春別背斜東翼の北部に位置する、三笠市北東部の幾春別川支流の上ノ沢川の右岸 (北西) 側支流から芦別市南部の芦別川支流キムン芦別川上流部にかけての、東西約 6 km、南北約 6 km の地域である (Fig. 1)。走向は褶曲軸に平行な北東方向で、軸を切る胴切り型の断層もいくつか存在する。この地域は走向に対して直交または急角度で下刻して南東に流下する谷が幾つか発達しているために、地層の露出距離が短く、その上露出状況も比較的よいため、連続的な地質柱状を抽出しやすい。さらに、複数の谷で抽出した地質柱状を対比して堆積相の層序的、地理的な変化を追跡するのに適している。

### 3. 幾春別背斜東翼地域の白亜系研究史

幾春別背斜東翼地域の幾春別川沿いは、長尾ほか (1938)

以降、桂沢ダム建設に伴う調査(深田ほか, 1953)や5万分の1地質図幅調査(吉田・神戸, 1955;松野ほか, 1964),そして松本達郎による一連の大型化石層序学的研究(Matsumoto, 1954, 1959, 1965)などによって、北海道の蝦夷層群の中で最も多くの研究がなされた地域の一つになっている(Fig. 2)。その後もFutakami(1986a,b)が大型化石層序を、松本ほか(1991)が大型化石・微化石統合層序を、安藤(1990a, b)が堆積相層序を詳述している。最近、深田(2001, 2003)が桂沢ダム建設前の調査の経緯やその後の研究の進展についてまとめており参考になる。桂沢ダム下流は三笠層の模式地にも指定されており(松本, 1951),安藤らが機会ある毎に巡検を行っている(Hirano et al., 1992; 安藤ほか, 1994; 安藤, 1998; Ando et al., 2006)。

#### 4. 幾春別背斜東翼の白亜系層序

本地域に分布する蝦夷層群は、下位より日陰ノ沢層、三笠層、羽幌川層からなり、下流に向かって順次新しい地層が累重する(Fig. 1)。均質な暗灰色シルト岩相の日陰ノ沢層は、細粒砂岩からなる三笠層最下部に明瞭な堆積相変化をもって整合で覆われるのに対し、三笠層から羽幌川層への変化は漸移的で両者の岩相変化量は少ないため、その境界は漸移的である。場所によってはその境界の認定は難しい。

三笠層は、ハンモック状斜交層理(以下HCSと略す)砂岩や生物擾乱によって塊状になった細粒砂岩を主体とし、シルト岩からシルト質砂岩に至る細粒堆積物やごく一部に礫岩を伴う。大局的にみて、北方のセクションほど泥質相(砂質シルト岩～シルト質砂岩)に富み、層厚も厚い傾向がある。実際には、土捨沢で約630m、岩石沢で約780mと積算される。化石としてはシルト質砂岩から細粒砂岩中からトリゴニア類(*Pterotrionia*, *Yaadia*, *Aptotrionia*など)、タマキガイ(*Glycymeris*)などの浅海生二枚貝が多く産出し、砂質シルト岩中に含まれる石灰質ノジュール中から、また時には母岩中から、主にアンモナイトおよびイノセラムス類が産出する。

模式地(幾春別川セクション)の三笠層については、深田ほか(1953)、Matsumoto(1954)、Fujii(1958)、松野ほか(1964)、Matsumoto(1965)によって詳細な柱状図が示されており、Matsumoto(1954, 1965)によれば、三笠層は最下部(IIa)、下部(IIb)、中部(IIc)、および上部(IId)の4部層に区分されており、松野ほか(1964)ではそれぞれTa, Tb, Tc, Tdと呼称されている(Fig. 2)。

本研究では幾春別川セクションより北側の7調査セクションに共通して採用できる部層区分として、MSS1, MSS2, MSS3を使う。これは、堆積相サクセッションに基づいて認定できる12の堆積シーケンスとそれらの累重様式の特徴から区分できる、堆積シーケンスセットに相当する。例えば、MSS1は三笠層の第1シーケンスセットを意味する。そして、各部層中の堆積シーケンスに対しては、例えばMSS1の3つのシーケンスであれば、M1-1, M1-2, M1-3と呼ぶ。

三笠層の時代は地域によってその範囲が異なるが、北東部の八月沢ではアルビアン期末～セノマニアン期後期、北西部の美唄から中部の三笠地域ではアルビアン期末～チューロニアン期中期で、奔別川ではチューロニアン期後期に達する。つまり、上限、下限ともに北方ほど古く、南方ほど新しくなる傾向がある(安藤, 1990a; Ando, 2003)。

一方、羽幌川層は、三笠層よりもはるかに細粒な砂質シルト岩ならびにシルト質砂岩からなり、生物擾乱を強く受けているために層理の発達が悪く塊状である。全体として、上方ほど細粒化しシルト岩が卓越する。一部に層厚数～数10cmの生物擾乱を強く受けた塊状砂岩層が挟在する。化石は砂質シルト岩中に含まれる石灰質ノジュール中や母岩からアンモナイトおよびイノセラムスに代表される軟体動物化石を産する。層厚は下限より約300～550mを調査したにすぎないので上限は不明である。本層は外側陸棚上部～内側陸棚下部程度の比較的沖合の堆積環境が推定される。時代は、Takashima et al.(2004)によれば、チューロニアン期末～カンパニアン期前期に及ぶ。今回調査を行った範囲では6つの堆積シーケンスが認められ、下位4層とその上位(2層以上)との2つのシーケンスセット(HSS1とHSS2)が識別できるので、2部層に区分することが可能である。

### 堆積相と堆積環境

#### 1. 堆積相区分

幾春別背斜東翼地域の蝦夷層群について、安藤(1990a)を参考に、堆積構造、岩相、化石相に基づき、9つの堆積相が認定できる(Fig. 3)。番号が大きいほど粗粒な堆積相を示し、堆積環境も順次陸側を示す。浅海～陸棚の堆積環境は、浅い方から前浜(foreshore)、外浜(shoreface)、内側陸棚(inner shelf)、外側陸棚(outer shelf)に区分する(齊藤, 1989)。外浜～内側陸棚の境界は平均静穏時波浪限界、内側陸棚～外側陸棚の境界は平均ストーム時波浪限界とする。

#### 堆積相1: 塊状シルト岩

三笠層では少ないが、下位の日陰ノ沢層、上位の羽幌川層で卓越する堆積相で、灰～暗褐色の塊状シルト岩からなり、生物擾乱を受けて葉理は希である。一般に包含化石は少ないが、稀に含まれる石灰質ノジュールより、アンモナイトや二枚貝化石(イノセラムス)が産出する。

本相は、細粒な岩相であることから、低エネルギー条件において浮遊泥が沈積し、砂質碎屑物の流入が稀な、外側陸棚で形成されたと推定される。三笠層内で最も沖合の堆積物である。

#### 堆積相2: 生物擾乱砂質シルト岩

羽幌川層、日陰ノ沢層で卓越し、三笠層でも比較的良好に見られる堆積相で、暗灰～暗褐色を呈する塊状な砂質シルト岩からなる。全体的に生物擾乱が顕著で、葉理はほとんど見られない。この堆積相からイノセラムスや*Nanonavis pseudocarinata*, *Thetis japonica*, *Parvamussium?* sp.などの砂質泥底群集が破片化した状態(稀に離弁)で得られる。黒

Fukada et al. (1953)		Yoshida & Kambe (1955)		Matsumoto (1959,1965)		Matsuno et al. (1964)		Futakami (1986)		This study	
Upper Yezo Group		Upper Yezo Group		Upper Yezo Group		Upper Yezo Group		Upper Yezo Group		Haborogawa Fm.	
IIIc		IIIc		IIIc		IIIc		U <sub>3</sub>		H2-2	
IIIb		IIIb		IIIb		IIIb		U <sub>2</sub>		H2-1	
IIIa		IIIa		IIIa		IIIa		U <sub>1</sub>		H1-4	
IIIa		IIIa		IIIa		IIIa		U <sub>1</sub>		H1-3	
IIIa		IIIa		IIIa		IIIa		U <sub>1</sub>		H1-2	
IIIa		IIIa		IIIa		IIIa		U <sub>1</sub>		H1-1	
Middle Yezo Group		Middle Yezo Group		Middle Yezo Group		Middle Yezo Group		Middle Yezo Group		Mikasa Formation	
Mikasa Formation		Mikasa Formation		Mikasa Formation		Mikasa Formation		Mikasa Formation		MSS3	
IIc		IIc		IIc		IIc		Mk2		M3-5	
IIb		IIb		IIb		IIb		Mk1		M3-4	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M3-3	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M3-2	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M3-1	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M2-4	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M2-3	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M2-2	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M2-1	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M1-3	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M1-2	
IIa		IIa		IIa		IIa		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk1		M1-1	
Ia		Ia		Ia		Ia		Mk1		M1-1	
Ib		Ib		Ib		Ib		Mk1		M1-1	
Ic		Ic		Ic		Ic		Mk1		M1-1	
Id		Id		Id		Id		Mk			

No.	Column silt sandy silt silty sand v. f. sand fine sand medium sand coarse sand conglomerate	Facies	Lithofacies and sedimentary structures	Sedimentary environment
1		Bioturbated siltstone	gray to dark brownish gray, bioturbated massive siltstone; rarely containing calcareous concretions occasionally with ammonite and inoceramid fossils	outer shelf
2		Bioturbated sandy siltstone	gray to dark brownish gray, bioturbated, massive sandy siltstone rarely containing calcareous concretions; often crescent-form burrows scattered	
3		Bioturbated silty sandstone	bioturbated, massive silty sandstone commonly mottled, rarely containing calcareous concretions; occasionally intercalated with sheet-like very fine sandstone layers	inner shelf
4		Bioturbated fine sandstone	more or less poorly-sorted, bioturbated fine sandstone with <i>Ophiomorpha</i> and other burrows; occasionally parallel-laminated	
5		Fine sandstone - bioturbated sandy siltstone	sandstone-dominated, interbedded fine sandstone (5-20 cm thick) and sandy siltstone (2-5cm thick); upper surfaces of sandstone layers commonly bioturbated	outer shelf
6		Interbedded hummocky cross-stratified fine sandstone -bioturbated sandy siltstone	interbedded hummocky cross-stratified sandstone and mudstone; occasionally associated with shell lag on the base of HCS and shell fragment lamina within HCS	inner shelf
7		Amalgamated hummocky cross-stratified fine sandstone	amalgamated hummocky cross-stratified fine sandstone rarely intercalated with coarse sandstone and granule conglomerate layers; gradationally changeable with facies 6	lower shoreface - inner shelf
8		Bioturbated medium sandstone	more or less poorly-sorted, thick, bioturbated medium sandstone: gradationally changeable with facies 4, 6 and 7	lower shoreface
9		Thick conglomerate	sharp-based, thick, granule to pebble conglomerate with moderately-sorted medium sand matrix; chert and greenstone gravel common	upper shoreface

Fig. 3. Sedimentary facies and their characteristics of the Yezo Group in the eastern limb area of Ikushunbetsu Anticline.

本相は、堆積相 3, 6 の下位や上位に見られ、波浪堆積構造が少ない細粒砂岩相で、厚殻の浅海生二枚貝化石がしばしば多産することから内側陸棚の堆積環境が推定される。

#### 堆積相 5：細粒砂岩－砂質シルト岩互層

三笠層上部や羽幌川層下部でわずかにみられる堆積相で、層厚 5～20 cm の極細～細粒砂岩に層厚 2～5 cm の砂質シルト岩が挟まれる砂岩優勢の互層となっている。砂岩・泥岩ユニットは、級化構造が発達するが砂岩層の上面やシルト岩部は生物擾乱を激しく受けている。

本相の堆積物は、堆積相 2 の上位に出現し、細粒砂岩相に漸移すること、HCS を伴わないが砂岩層が規則的に含まれることなどから、平均ストーム時波浪限界より深い外側陸棚に堆積したストーム起源のシート状砂岩層と推定される。

#### 堆積相 6：ハンモック状斜交層理細粒砂岩－砂質シルト岩互層

三笠層に多い堆積相の一つである。淘汰の良い砂岩部は、厚さ 10 cm 以上で、1 m をこえるものも少なくない。典型的なハンモック状斜交層理 (HCS: hummocky cross-stratification) シーケンス (Dott and Bourgeois, 1982) のハンモック状低角斜交葉理部 (H)、平行葉理部 (F)、リップル斜交葉理部 (X)、生物擾乱泥岩部 (Mb) のすべて揃うことはまれで、一般に X が生物擾乱によって保存されていないことが多く、ときには F も欠如して H の上に Mb がのることもある。実際に、今回の調査で典型的 HCS シーケンスが認められたセクションと層準は、袋沢、岩石沢、キムン芦別川の三笠層最上部のみである。軟体動物化石は HCS シーケン

ス基底に 10 数 cm ~ 数 10 cm のラグとして密集して産出するものと HCS 葉理に沿って数 mm ~ 数 cm の以内の厚さでやや密集するものに区別でき、そのタイプによって含まれる化石種も異なってくる。

本相の堆積環境は、典型的な HCS シーケンスが卓越することから、平均ストーム時波浪限界以浅、平均静穏時波浪限界以深の内側陸棚と推定される。

#### 堆積相 7: 癒着ハンモック状斜交層理細粒砂岩

HCS シーケンスの F, X, Mb が欠如し、H が癒着 (amalgamation) して連続する極細~細粒砂岩からなり、堆積相 6 から漸移する、より砂質な堆積相である。層理に乏しく塊状砂岩に見えることもあるが、一般に癒着面は起伏に富み、直上の H 葉理中に黒色泥岩や軟体動物殻片が薄いラグをなしていることがある。

本相は、癒着 HCS 砂岩が発達することから、浮遊泥が波浪によって沖合に移動するような平均ストーム時波浪限界以浅、平均静穏時波浪限界以深での堆積環境が推定され、堆積相 6 より供給源側の下部外浜を指示すると考えられる。

#### 堆積相 8: 生物擾乱中粒砂岩

四の沢や袋沢など、調査地域の南部ほど卓越する堆積相で、やや不淘汰な中粒砂岩からなる。5~10 m 程度のまとまった層厚を持ち、下部ほど細粒で上部ほど粗粒になる上方粗粒化傾向を示す。一般に生物擾乱が顕著に発達し、初生堆積構造はほとんど保存されず、不明瞭な葉理が見られる程度である。今回の調査では、本相より化石を得ることができなかったが、安藤 (1990a) では、キムン芦別川の三笠層下部の同相より、*Desmoceras (Pseudouhligella) japonicum* を得ている。

本相は、堆積相 4 から漸移するより粗粒な堆積物であることから内側陸棚の上部~下部外浜で堆積した可能性が示唆される。

#### 堆積相 9: 厚層礫岩

本相はキムン芦別川の MI-1, 1-3, 3-4 と土捨沢の M3-4 でみられる堆積相である。細礫~中礫大の亜円~亜角礫と中粒砂の基質からなる厚層礫岩を特徴とし、淘汰度は中程度で、礫種はチャートと緑色塩基性火山岩類を中心とする。本相を基底とする上位の堆積相サクセッションの下部が、下位に接する上方浅海化を示す堆積相サクセッションの最上部に比べ、はるかに深い堆積環境を示しており、この平坦な基底面を挟んで海進が生じたことが予想される。したがって本相は、海進時の外浜波浪により侵食されて残留した海進ラグ堆積物 (transgressive lag deposits: Nummedal and Swift, 1987) とみなされる。

## 2. 堆積環境

上述したように幾春別背斜東翼地域北部の三笠層の堆積相は、シルト質の細粒堆積相 (堆積相 2, 3, 4) が卓越しており、背斜西翼地域によく発達する中粒~粗粒砂岩や礫岩といった粗粒堆積物が少ない。堆積環境は、主に内側陸棚で、次いで外側陸棚、一部で下部外浜であったと推定され、上部外浜や前浜以浅の堆積物はほとんど認められない。

羽幌川層でも、背斜西翼地域よりも細粒相が卓越し、西翼は外側陸棚上部~内側陸棚上部の堆積環境を、東翼はより沖合成の外側陸棚下部~内側陸棚下部を示している。

幾春別背斜東翼地域は、三笠層分布域の中で外側陸棚の泥質岩相 (堆積相 1, 2) や内側陸棚から下部外浜の細粒砂岩相 (堆積相 3, 4) が最も卓越する地域で、キムン芦別川の三笠層上部と下部に見られる堆積相 9 を除くと、最も粗粒な部分でも堆積相 8 である。キムン芦別川や岩石沢など、北東部のセクションほど泥質岩相 (堆積相 2) が厚い。一方、土捨沢や袋沢などの南西部のセクションでは泥質岩相は次第に薄くなり、逆に細粒砂岩相 (堆積相 3, 4) が発達し、一部では中粒砂岩相 (堆積相 8) が見られる。蝦夷堆積盆で想定されている南北性の海岸線を考慮すると、南西部のセクションは堆積当時、より陸側にあってより浅海の砂質堆積環境にあったものと考えられる。したがって、北東側の方がより沖合の泥質堆積環境であったことが示唆される。

## 堆積相層序とシーケンス層序

本研究では南西側より、土捨沢、四の沢、袋沢、六の沢、岩石沢、岩石沢北東支流 (岩石沢林道)、キムン芦別川の 7 セクションについて、100 分の 1 の地質柱状図を作成して、堆積相の層序的・水平的分布を追跡しシーケンス層序を組み立てた (Fig. 4)。柱状の対比は、上方粗粒化する堆積相サクセッション (facies succession) の特徴やその累重様式を隣接するセクションと比較して、順々に繋げていくという手法で行った。また、*Inoceramus (I.) hobetsensis* (チューロニアン中期) や *Desmoceras (P.) japonicum* (セノマニアン) などに代表される示標化石の産出層準も考慮に入れた。六の沢などの露頭が少ない層準は隣接セクションを参照し、堆積相と層厚から総合的に判断した。

### 1. 堆積相の累重様式: 堆積相サクセッション

幾春別背斜東翼地域において三笠層および羽幌川層下部を構成する堆積相は明瞭な規則性をもって累重している (Fig. 4)。一般的に三笠層の場合、外側陸棚のシルト質岩相 (堆積相 1~2) で始まり、順次、内側陸棚の細粒砂岩相 (堆積相 3~4) や HCS 砂岩泥岩互層 (堆積相 6)、下部外浜の癒着 HCS 砂岩層 (堆積相 7) や中粒砂岩相 (堆積相 8) と続く、層厚 20~100 m 強の上方粗粒化サクセッション (CUS: coarsening-upward succession) をなすことが多い。上限は、比較的明瞭な平坦面を介して上位のサクセッションの細粒堆積相 (堆積相 1~3) に急変する。羽幌川層では全体的に細粒沖合性のため、上方粗粒化の範囲は小さく堆積相 1~2→3~4 という変化になる。しかし、一部では、CUS の下位に層厚数 m から 30 m 以内の、堆積相 3~4 (内側陸棚細粒砂岩相) から堆積相 1~2 (外側陸棚砂質シルト岩相) と上方粗粒化するサクセッション (FUS: fining-upward succession) を伴う。そして、FUS から CUS への変化は漸移的である。こうした CUS は、陸側の堆積システムがより海側に前進することによってできた

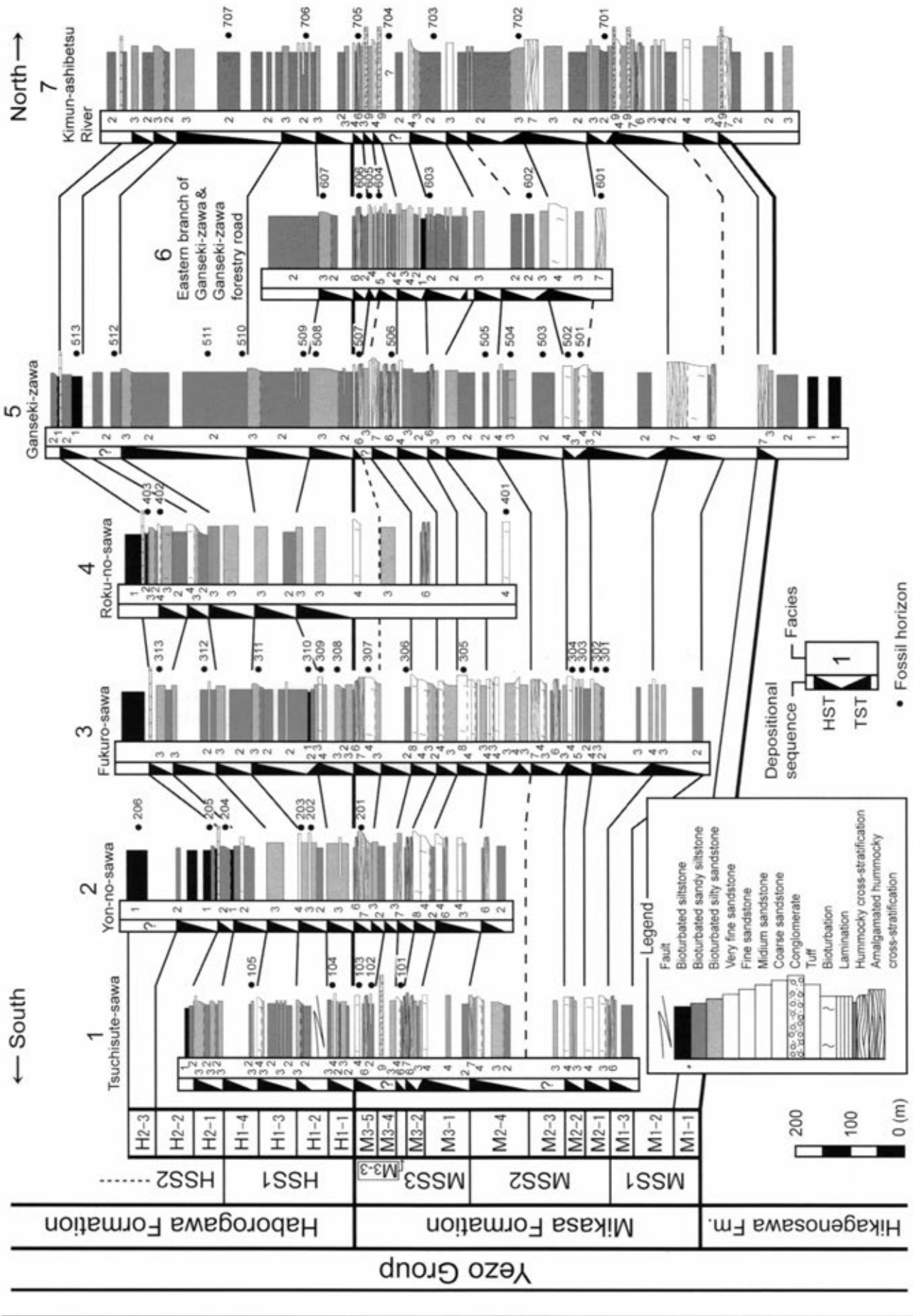


Fig. 4. Correlated geologic columnar sections of the Yezo Group in the northern part of the Ikushunbetsu Anticline.



前進性サクセッション、あるいは海退性(浅海化)サクセッションとみなされる。一方、FUSは堆積システムが陸側に後退することによってできた後退性サクセッション、あるいは海進性(深海化)サクセッションとみなすことができる。

調査地域内の堆積相分布に地理的な側方変化があるため、北東部ほどCUS上部の砂質堆積相(4や8)が減少し、泥質な堆積相2が優勢になる。逆に南西部ほどCUS下部に堆積相2が減少し、堆積相3や4が多くなる傾向がある。これは、北東ほど沖合(外側陸棚)環境が卓越し、南西ほど浅海(内側陸棚から下部外浜)の環境が卓越していたことを反映したものである。

## 2. 堆積シーケンスと堆積シーケンスセット

シーケンス層序学では、上述のようなCUSはこれまでパラシーケンス(parasequence: van Wagoner et al., 1990)と呼ばれてきた。しかし、最近では、当初CUSと海氾濫面で定義されたパラシーケンスの概念が様々な意味で用いられ混乱が生じているため、小スケールあるいは第4~5オーダーの堆積シーケンスとして扱われるようになってきている(Catuneanu, 2006)。本論では、一つのCUS、あるいは一組のFUSとCUSからなる層序ユニットを、いずれも堆積シーケンス(以下シーケンス; DS: depositional sequence)と呼ぶことにする。

7調査セクションの三笠層および羽幌川層下部に連続して追跡できるCUSおよびFUSの分布や累重様式から、それぞれ12枚、6枚のシーケンスを識別することができる(Figs. 4, 5, 6, 7)。CUSおよびFUSを伴うシーケンスの場合、CUSは高海水準期堆積体(HST: highstand systems tract)、FUSは海進期堆積体(TST: transgressive systems tract)と解釈され、FUSとCUSの境界、すなわちTST/HST境界付近の層準は、最も海進の進んだ時期を示す最大海氾濫面(MFS: maximum flooding surface: van Wagoner et al., 1990)に相当する。総計18枚のシーケンスの大半はHSTを主体としており、TSTはわずかに発達するのみである。これは、この地域が陸棚沖合側において、海進期の方が海退期より相対的の海水準変動速度が大きかったために、海進期の堆積物が形成されなかった、もしくは保存されなかったのかもしれない。

さらにこれらのシーケンスは、連続する2~5枚でより大きなオーダーの上方粗粒化(海退)を表す、厚さ200~400mのシーケンスセット(DSS: depositional sequence set)を構成している。三笠層で3セット(下位よりMSS1, MSS2, MSS3)、羽幌層では2セット(HSS1, HSS2)が判別できる。各シーケンスセット中の堆積シーケンスに対しては、例えばMSS1の3つのシーケンスであれば、M1-1, M1-2, M1-3と呼ぶことにする。三笠層の3つのシーケンスセットは、吉田・神戸(1953)の3部層(下位よりMk1, Mkm, Mku)に相当し、Matsumoto(1959, 1965)のIIa, IIb+IIc, IId, 松野ほか(1964)のTa, Tb+Tc, Tdに対応すると思われる。

Fig. 5に本地域の代表的シーケンスやシーケンスセットの実例として、岩石沢林道における三笠層上部の詳細柱状図を示す。M3-1, M3-2, M3-4はTSTとHSTから構成され、相対的の海水準の上昇-下降に対応して形成されたシーケンスと思われる。M3-2~M3-5の上部には、オーダーの一つ小さい上方粗粒化サクセッションが認められるが、ほかのセクションでは発達していない。M3-3, M3-5は、TSTが発達しなかったシーケンスとみなされる。この場合、基底は比較的急速な水深の上昇を示す海氾濫面(marine flooding surface: van Wagoner et al., 1990)に相当すると解釈される。

MSS3はシーケンスセットのレベルで上方細粒化-粗粒化傾向を認めることができ、シーケンス層序学を行うと、M3-1~M3-2下部までがTST、M3-2中部~M3-5がHSTとなり、M3-2下部に大きいスケールでの最大海氾濫面が設定できる。

## 3. 堆積シーケンス・堆積シーケンスセットの形成期間

Gradstein et al.(2004)の地質年代表(p.356)によると、セノマニアン、チューロニアン、コニアシアン年代は、それぞれ $99.6 \pm 0.9 - 93.5 \pm 0.8$ ,  $93.5 \pm 0.8 - 89.3 \pm 1.0$ ,  $89.3 \pm 1.0 - 85.8 \pm 0.7$  Maであり、時代巾は6.1, 4.2, 3.5 my(百万年間)である。三笠層下部のセノマニアンにはシーケンスが少なくとも7枚認められるので、一つのシーケンスの形成期間は平均約0.87 myとなる。三笠層上部のチューロニアン中下部には5枚あるので、チューロニアン前中期を93.5-90.4 Maとみなすと、こちらは平均約0.58 myとなる。一方、今回調査した羽幌川層の上限をコニアシアン下半部までとし、その堆積期間を約1.75 myとみなすと、1枚当たり0.29 myと見積もられる。一方、シーケンスセットについては、三笠層のMSS1, MSS2, MSS3のいずれも2.5~3 my程度と見積もられる。

これらの年代巾は、Vail et al., (1991)が示した、第4オーダー:0.08-0.5 my, 第3オーダー:0.5-3 my, 第2オーダー:3-50 myとする階層周期によると、シーケンスは第3オーダーでも第4オーダーどちらでも解釈可能である。しかし、de Graciansky et al.(1998)の汎世界的海水準変動曲線を参照して、シーケンスセットを第3オーダーの堆積シーケンス、シーケンスは第4オーダーに位置付けることが可能である。

## 4. 各堆積シーケンスセットの特徴

### 1) MSS1

特徴:下部の露出が十分でないが、3枚のシーケンス(M1-1~M1-3)からなり、調査地域の三笠層の中で最も粗粒なシーケンスセットで、MSS2やMSS3よりHCS砂岩相(堆積相6~7)がよく発達する。吉田・神戸(1953)のMk1やFutakami(1986a)でのMk1下部に対比される。幾春別川セクションの同層準と思われるIIa(Matsumoto, 1959, 1965)あるいはTa(松野ほか, 1964)よりはるかに砂質である。層厚:約200 m

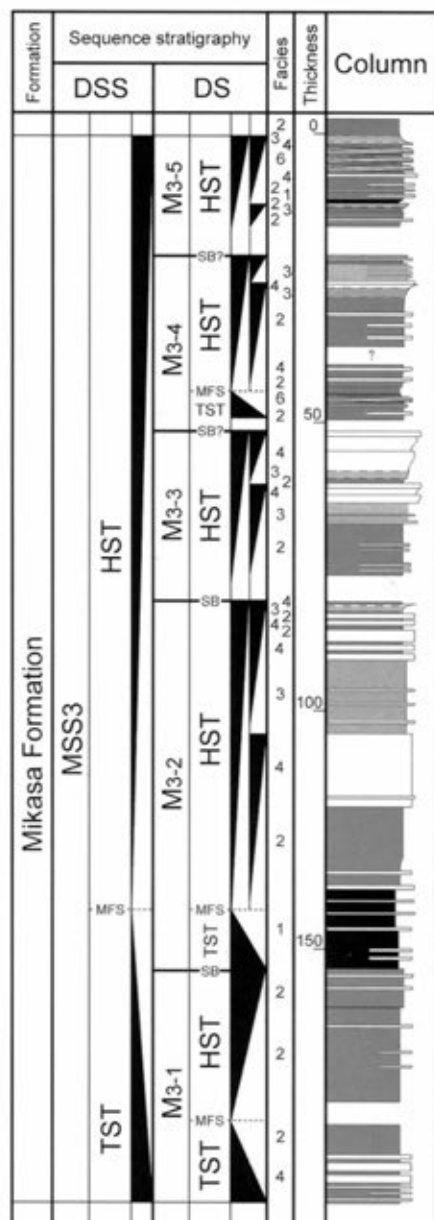


Fig. 5. Facies successions, depositional sequences and depositional sequence set of the upper part of the Mikasa Formation in the forestry road section of Gansakizawa-sawa River.

時代：セノマニアン階下部で一部アルビアン階最上部を含むと予想される。

## 2) MSS2

特徴：M2-1～M2-4の4枚のシーケンスからなり、調査地域の三笠層の中で最も細粒なシーケンスセットで、砂質シルト岩（堆積相2）とシルト質砂岩（堆積相3）が卓越する。堆積相4や6の細粒砂岩相は南部のセクションに多い。吉田・神戸（1953）のMkm, Futakami（1986a）のMk1上部に相当し、Matsumoto（1959, 1965）のIIB+IIC, 松野ほか（1964）のTb+Tcに比較される。6箇所認めら

れるTSTの基底のシーケンス境界のうち、キムン芦別川のM2-1基底には厚さ50cmの海進ラグ堆積物（堆積相9）が含まれるため、その基底は外浜波浪による侵食を受けており、波浪ラビメント面（wave ravinement surface: Nummedal and Swift, 1987）がシーケンス境界をなしているともみなすことができる。それ以外の整合的なシーケンス境界での堆積相変化は小規模であり、シーケンス境界の認定は堆積相変化の累重様式を慎重に把握した上で行う必要がある。シーケンスセット全体で見ると、M2-1におけるTSTをMSS2のTSTとみなすと、それより上位はMSS2のHSTに位置づけられる。

層厚：約250～400m

時代：セノマニアン階中部～上部。C/T境界付近の層準は産出化石に乏しい。

## 3) MSS3

特徴：M3-1～M3-5の5シーケンスからなり、Futakami（1986a）のMk2に対応し、Matsumoto（1959, 1965）のIId, 松野ほか（1964）のTdに比較される。砂質シルト岩（堆積相2）・シルト質砂岩（堆積相3）との互層やHCS細粒砂岩・砂質シルト岩互層（堆積相6）を主体とし、下部ほど堆積相2が卓越する（Fig. 5）。MSS2と堆積相が類似するがより砂質堆積相の割合が高い。土捨沢・キムン芦別川セクションのMSS3上部に見られる堆積相9は上下の露出がないため断定はできないが、岩相と層序的位地からM3-5の基底の海進ラグ堆積物の可能性がある。

層厚：約170～240m

時代：チューロニアン階下部～中部。

## 4) HSS1

特徴：H1-1～H1-4の4枚のシーケンスからなり、Futakami（1986a）のU1～U2下部に対応する。いずれのシーケンスも暗灰色砂質シルト岩（堆積相2）からシルト質砂岩（堆積相3）に変化する。生物擾乱の卓越する塊状細粒堆積相からなる。

層厚：220～470m

時代：チューロニアン階中部～コニアシアン階上部

## 5) HSS2

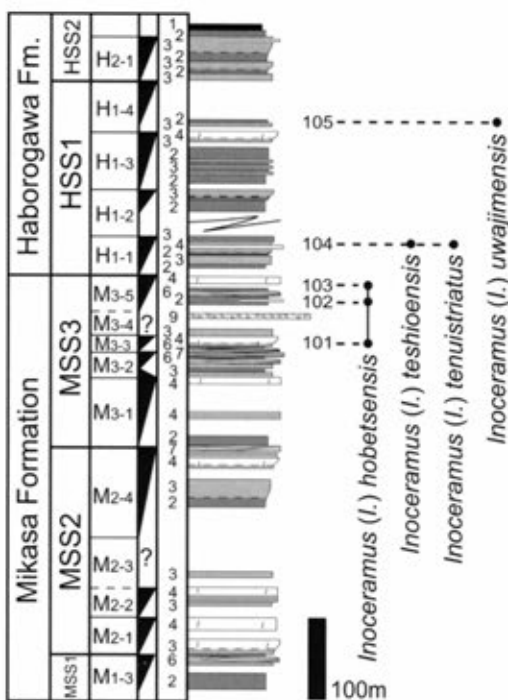
特徴：H2-1～H2-2の2枚のシーケンスを確認できており、その上位にも存在するが未調査のため詳細は不明である。Futakami（1986a）のU2上部～U3に対応する。

層厚：少なくとも250m以上

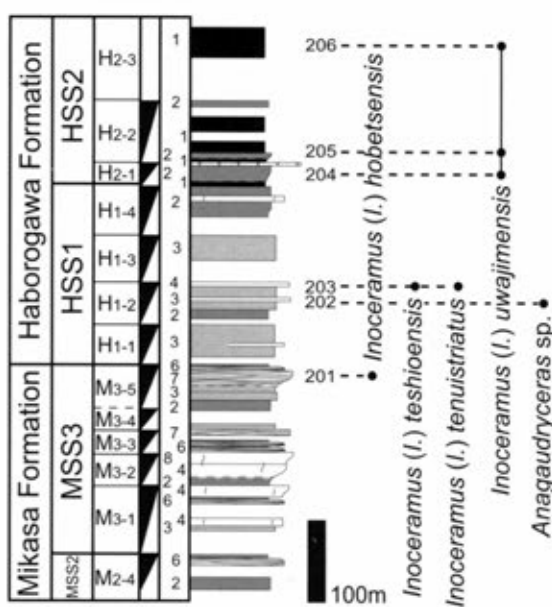
## 大型化石層序と年代論

北西太平洋の白亜紀後期のアンモナイト、イノセラムスフォーナは古生物地理学的に地域性が強いいため、ヨーロッパの標準地域との直接的な対比が難しい。そのため本邦においては、アンモナイト・イノセラムスなどの大型化石および放散虫・有孔虫などの微化石の長年にわたる膨大な産出記録の蓄積により、独自の化石帯が組み立てられた。近年では、利光ほか（1995）によってアンモナイト類およびイノセラムス類に基づく化石層序に古地磁気層序を統合して整備された化石帯が広く用いられている。そこで、利光ほか

1 Tsuchisute-sawa



2 Yon-no-sawa



3 Fukuro-sawa

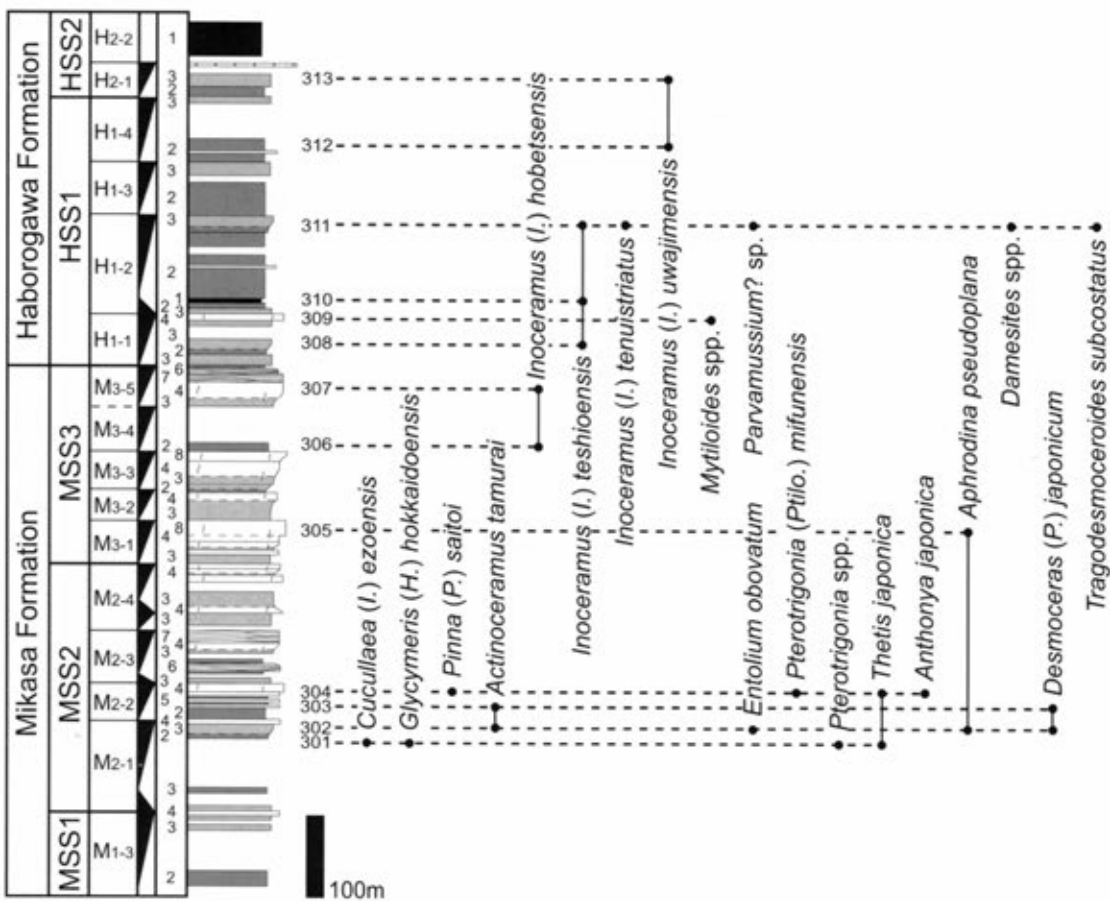
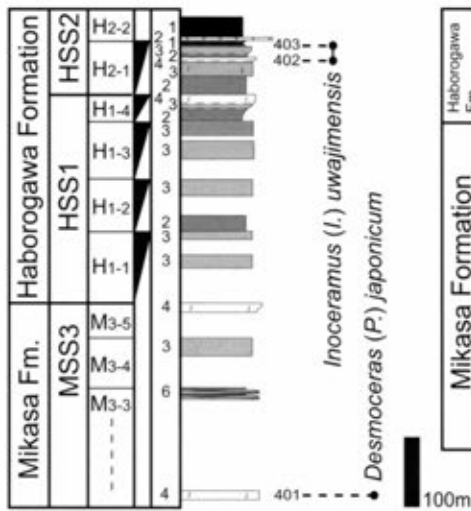
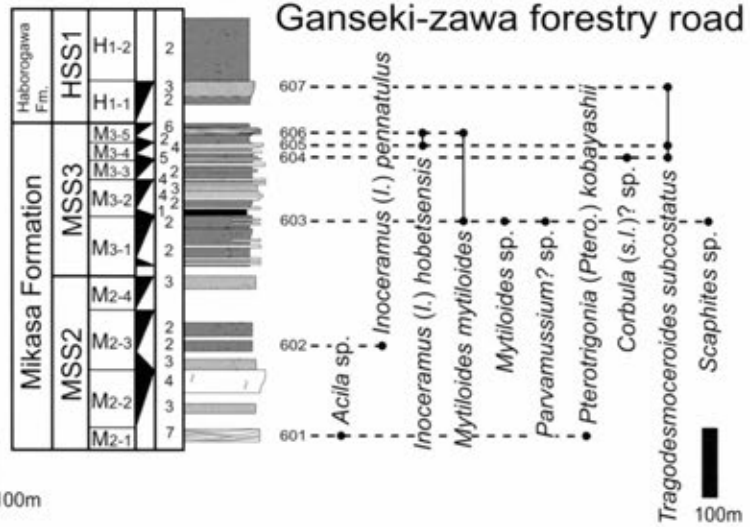


Fig. 6. Facies and biostratigraphic successions of the Mikasa and Haborogawa formations in the Tsuchisute-sawa, Yon-no-sawa and Fukuro-sawa sections. DS: depositional sequence, DSS: depositional sequence set.

## 4 Roku-no-sawa

6 Eastern branch of Ganseki-zawa  
Ganseki-zawa forestry road

## 5 Ganseki-zawa

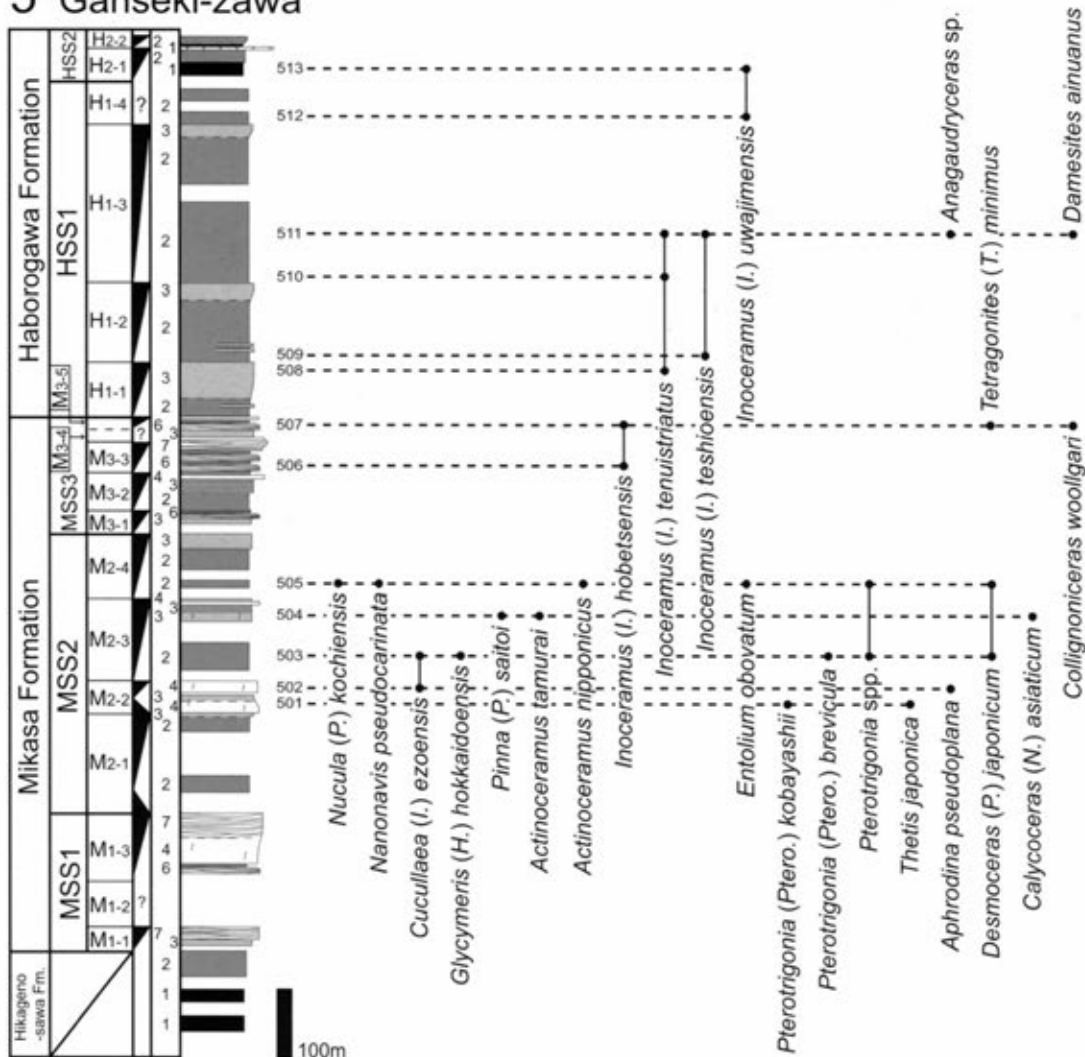


Fig. 7. Facies and biostratigraphic successions of the Mikasa and Haborogawa formations in the Roku-no-sawa, eastern branch of Ganseki-zawa and Ganseki-zawa sections.

## 7 Kimun-ashibetsu River

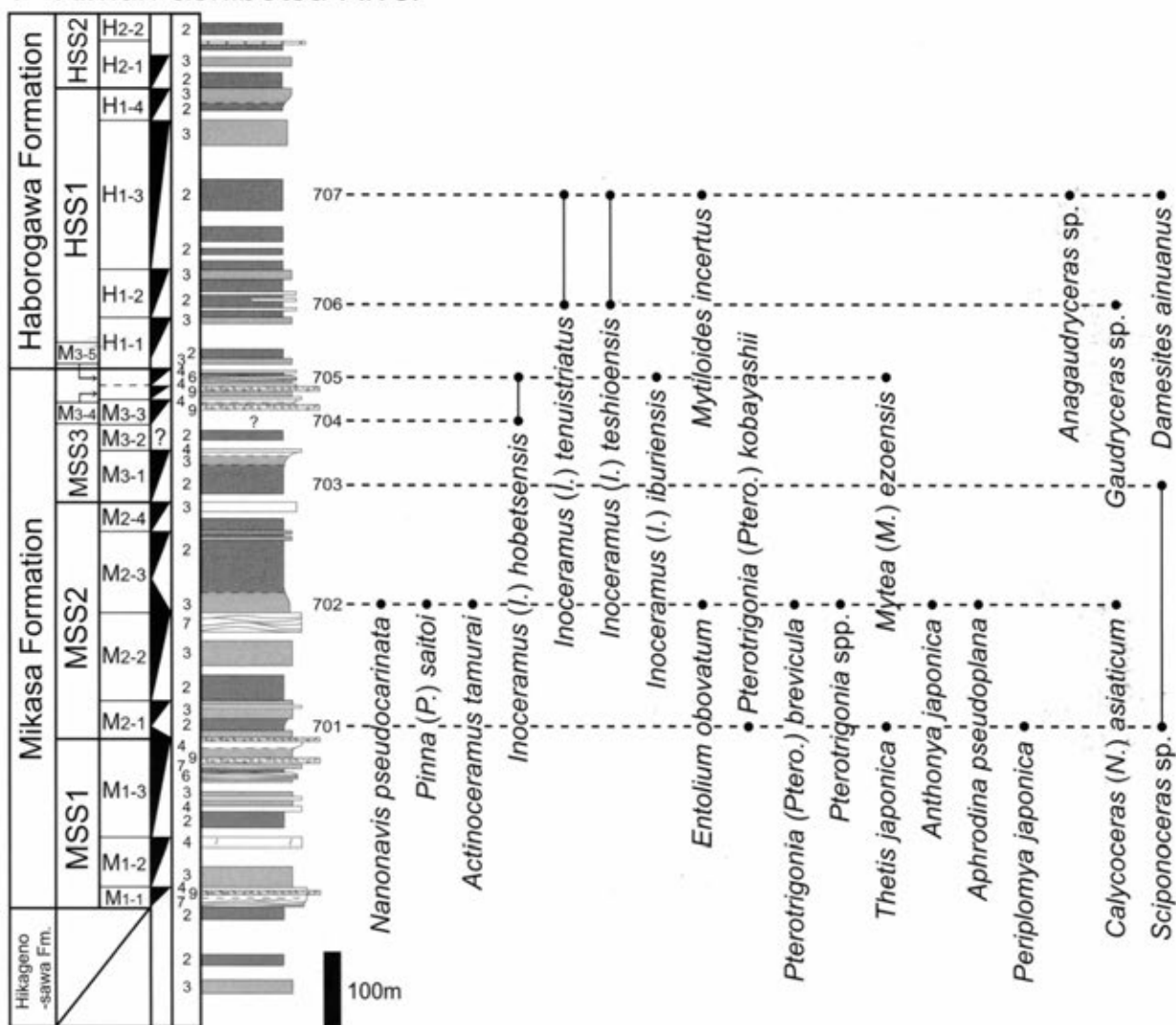


Fig. 8. Facies and biostratigraphic succession of the Mikasa and Haborogawa formations in the Kimun-ashibetsu section.

か (1995) に準拠し、対比柱状図 (Fig. 4) と大型化石のレンジチャート (Figs. 5, 6, 7) を作成して年代対比を試みた。産出化石に乏しい層準は吉田・神戸 (1955), Futakami (1986a), 安藤 (1990a) のデータを参照している。

### 1. セノマニアン階

今回の調査では、下部セノマニアン階を指示する化石は得られなかったが、後述するように M2-1 よりセノマニアン中期の指標種が産出したことから、M1-3 より下位が下部セノマニアン階に相当すると思われる。

M2-1 最上部 (袋沢) から M2-3 上部 (岩石沢) にかけて *Actinoceramus tamurai* が連続的に得られる。さらに、岩石沢とキムン芦別川の M2-3 からは *Calycoeras (Newboldiceras) asiaticum* が産出した。したがって、M2-1 から M2-3 が中部セノマニアン階に対比することができる。また、*Cucullaea (I.) ezoensis*, *Glycymeris (H.) hokkaidoensis*,

*Pinna (P.) saitoi*, *Entolium obovatum*, *Pterotrigoia (P.) kobayashii*, *Thetis japonica*, *Anthonya japonica* に代表されるセノマニアン型の二枚貝化石群は M2-1 (特に M2-1 上部) から M2-4 下部にかけて産出する。

岩石沢の M2-4 下部より *Actinoceramus nipponicus* やセノマニアン階の指標種である *Desmoceras (P.) japonicum* が産出した。以上のことより、M2-4 を上部セノマニアン階とみなすことができる。しかし、セノマニアン階とチューロニアン階 (C/T) 境界層準付近からはいずれのセクションでも化石が得られなかったため、C/T 境界の詳細な層準は確定できなかった。

### 2. チューロニアン階

岩石沢東沢の M3-1 下部より *Mytiloides mitiloides* が産出し、M3-3 最下部より中部チューロニアン階を指示する *Inoceramus (Inoceramus) hobetsensis* が多産する。以上の

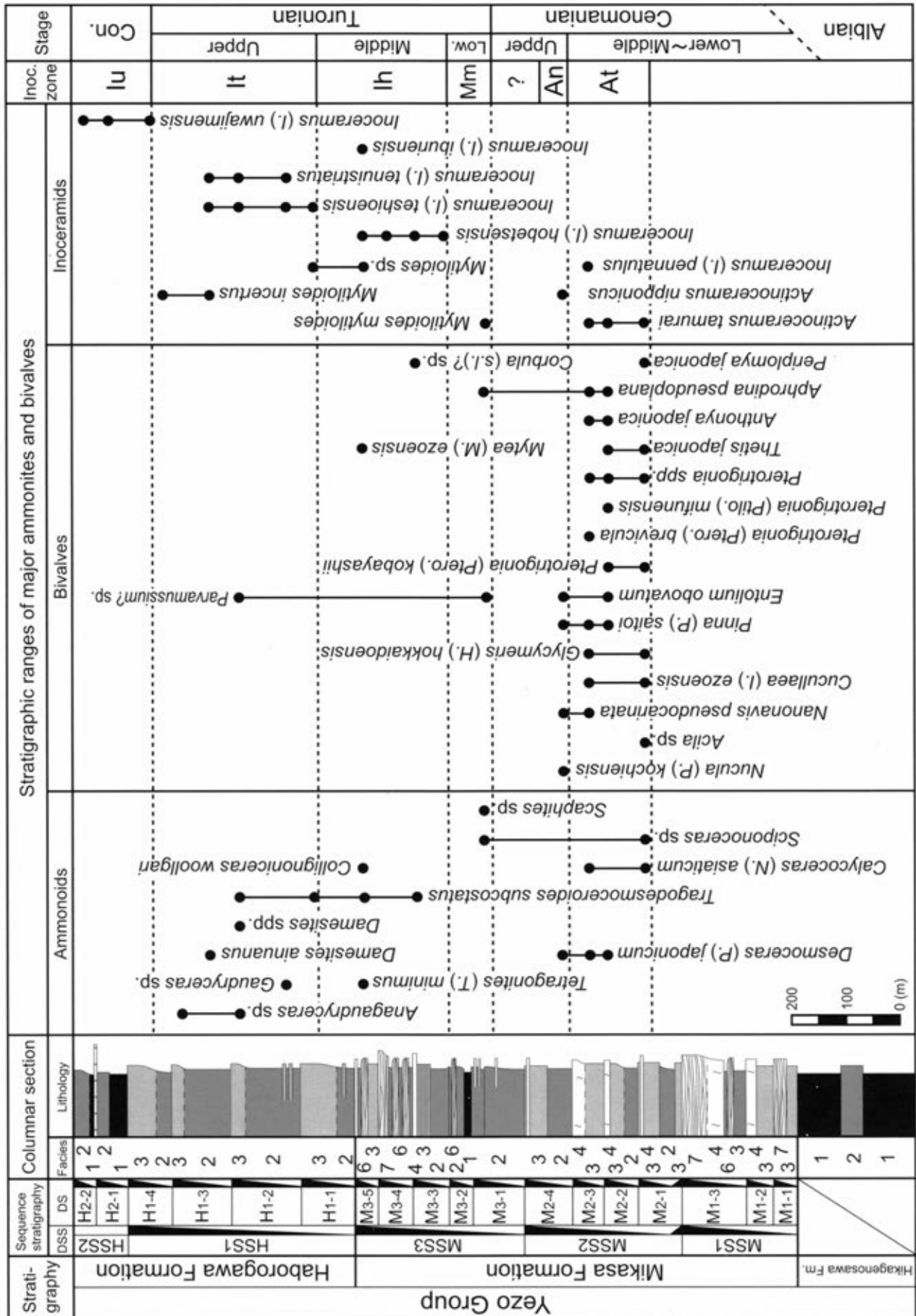


Fig. 9. Composite geologic columnar section and biostratigraphic succession in the eastern limb area of Ikushubetsu Anticline.

ことより、M3-1とM3-2が下部チューロニアン階に相当すると考えられる。

M3-3からM3-5の最上部まで連続的に *Inoceramus* (*I.*) *hobetsensis* が産出する(例えば、岩石沢、岩石沢林道)。また、岩石沢のM3-5上部にて *Collignonicerias woolgari* が得られた。よって、M3-3からM3-5が中部チューロニアン階に対比することができる。

羽幌川層のH1-1上部からH1-3まで連続的に *Inoceramus* (*Inoceramus*) *teshioensis* が産出する(例えば、袋沢)。さらに、岩石沢のH1-3中部にて、上部チューロニアンの指示種である *Damesites ainuanus* が得られた。また、同層準からは、*I. (I.) teshioensis* と *Mytiloides incertus* が共産する。以上のことから、H1-1からH1-3は上部チューロニアン階に対比することができる。

### 3. コニアシアン階

H1-4下部からほぼ連続的に *Inoceramus* (*Inoceramus*) *uwajimensis* が多産する。よって、H1-4より上位がコニアシアン階とみなすことができる。

### 三笠層の軟体動物化石群集

三笠層の軟体動物化石は堆積相と層準によってその組成と産状が異なっている。幾春別東翼地域では、堆積相1や2の沖合シルト岩相にアンモナイトやイノセラムスが卓越し、東方の同時異相である佐久層と組成や産状が類似する。堆積相2ではイノセラムス以外の二枚貝がいくらか多い。それに対し堆積相3、4、6、7の浅海成細粒砂岩相では二枚貝、巻貝が卓越し、アンモナイトやイノセラムスを随伴する。砂岩の粒度が粗くなるほどアンモナイトの量は減る。生物擾乱が顕著で塊状な堆積相3、4では散在型やレンズ状～不定形密集型の産状を示すが、堆積相6、7ではHCSの貝殻ラグ密集層やHCS葉理密集層が時々含まれる。堆積相6の生物擾乱シルト質砂岩部では散在型やパッチ状の密集産状をなすことが普通である。密集層中の二枚貝殻に破片が少なくないが、保存のよい破片化していない離弁殻が多く、まれに合弁殻が密集する場合もある。したがって、化石の産出層準の岩相と生息当時の底質はほぼ対応するものと考えたい。

一方、化石産出層準については、安藤・小玉(1998)が詳述した幾春別背斜西翼側の奔別川セクションと同様、セノマニアン中部とチューロニアン中部に多産する。しかし、今回注意深く調査を行ったにもかかわらず、セノマニアン上部～チューロニアン下部(C/T境界の上下付近)はほとんど化石が産出しなかった。

セノマニアンの群集は、*Cucullaea* (*I.*) *ezoensis*, *Glycymeris* (*H.*) *hokkaidoensis*, *Entolium obovatum*, *Pterotrignia*, *Anthonya japonica* といった種で代表される。種構成は堆積相によって変化しており、堆積相1や堆積相2の砂質シルト岩相が卓越する北部のセクションでは砂質泥底群集が、堆積相4、6の細粒砂岩相が卓越する南方では砂底群集が多く産する。

中部チューロニアンでは、*Inoceramus* (*I.*) *hobetsensis*, *Aphrodina pseudoplana* の2種が優占している。セノマニアンと共通する種は *Aphrodina pseudoplana* を除いて見られない。幾春別川桂沢セクションでは、セノマニアンの *Pterotrignia* で代表されるトリゴニア類は *Apiotrignia* (*A.*) *mikasaensis* や *Yaadia ainuana* や *Meekia hokkaidoana* に置き換わっている(松野ほか, 1964)が、本調査でこれらの種は得られなかった。

今回の研究では、セノマニアンとチューロニアンにおける化石群集組成の決定的な違いが確認できたが、奔別川セクション(安藤・小玉, 1998)ほど産出頻度が高くないため、詳細な比較は今後の課題としたい。

### まとめ

1. 北海道中央部の幾春別背斜東翼地域北部にあたる、三笠市北東部～芦別市南部において、白亜系蝦夷層群の三笠層と羽幌川層の堆積相・シーケンス層序解析を行った。認定した9種の堆積相の特徴とその分布から、三笠層の堆積環境は主に内側陸棚で、次いで外側陸棚、一部で下部外浜、そして羽幌川層は主に外側陸棚で一部内側陸棚であったと推定される。

2. 三笠層、羽幌川層は、ともに上方粗粒化堆積相サクセッションがよく発達しており、調査地域全域に追跡できる。一部のサクセッションは、セクションによって、その下部に薄い上方細粒化サクセッションを伴っている。いずれも堆積シーケンスとみなすことができ、三笠層で計12枚、羽幌層で6枚が確認できる。そして、各シーケンスにおける堆積相分布やシーケンスの累重様式から、三笠層では3つ、羽幌層で2つの堆積シーケンスセットが認定できる。想定される堆積期間や周期を考慮して、シーケンスは第4オーダー、シーケンスセットは第3オーダーに位置付けられる。

3. アンモナイト、イノセラムス化石層序から、本地域の三笠層は、セノマニアン～中期チューロニアン、羽幌川層下部は後期チューロニアン～下部コニアシアンに及ぶと考えられる。

4. 三笠層の浅海生二枚貝化石は、セノマニアン中下部とチューロニアン中部に多産するが、両者の組成は大きく異なり共通する種はほとんどない。セノマニアン中部の群集はチューロニアン中部のものよりはるかに多様性が高い。セノマニアン上部～チューロニアン下部(C/T境界の上下付近)からは注意深い調査にもかかわらずほとんど化石が産出しなかった。

### 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—生物学・地学編, (36), 21-32.
- 安藤寿男, 1990a. 上部白亜系中部蝦夷層群三笠層の層序と浅海堆積相. 地質学雑誌, 96, 279-295.

Table 1. List of molluscan fossils occurred from the Yezo Group in the eastern limb area of Ikushunbetsu Anticline. Locality numbers refer to Fig. 4.

Species	Mikasa Fm.	Haborogawa Fm.
Bivalvia		
Nuculoida		
<i>Nucula (Pectinucula) kochiensis</i> Tashiro and Matsuda	505	
<i>Aclia</i> sp.	601	
Arcoida		
<i>Nanonavis pseudocarinata</i> Tashiro and Matsuda	565 702	
<i>Cucullaea (Idonearca) ezoensis</i> Yabe and Nagao	301 502 503	
<i>Glycymeris (Hamata) hokkaidoensis</i> (Yabe and Nagao)	301 503	
Mytiloida		
<i>Pinna (Pinna) saitoi</i> Nagao	304 505 702	
Pterioida		
<i>Mytiloides mytiloides</i> (Mantell)	603 606	
<i>Mytiloides incertus</i> (Jimbo)		707
<i>Mytiloides</i> spp.		309 603
<i>Actinoceramus tamurai</i> Matsumoto and Noda	302 303 504 702	
<i>Actinoceramus nipponicus</i> (Nagao and Matsumoto)	505	
<i>Inoceramus (Inoceramus) pennatulus</i> Pergament	602	
<i>Inoceramus (I.) hobetsensis</i> Nagao and Matsumoto	101 102 103 201 306 307 506 507 605 606 704 705	104 203 308 310 311 508 510 511 706 707
<i>Inoceramus (I.) teshoensis</i> Nagao and Matsumoto		
<i>Inoceramus (I.) tenuistriatus</i> Nagao and Matsumoto		104 203 311 509 511 706 707
<i>Inoceramus (I.) iburiensis</i> Nagao and Matsumoto	705	
<i>Inoceramus (I.) uwajimensis</i> Yahara		105 106 204 205 206 312 313 402 403 512 513
<i>Ertolium obovatum</i> (Stoliczka)	303 305 505 701	
<i>Parvanussium?</i> sp.	311 603	
Trigonioida		
<i>Pterotrigonia (Pterotrigonia) kobayashii</i> (Nakano)	501 601 701	
<i>Pterotrigonia (Ptilotrigonia) brevicula</i> (Yahara)	503 702	
<i>Pterotrigonia (Ptilo.) mifunensis</i> (Tamura and Tashiro)	304	
<i>Pterotrigonia</i> spp.	301 503 505 702	
Veneroida		
<i>Mytea (Mytea) ezoensis</i> (Nagao)	705	
<i>Clisocolus (Clisocolus) odochiensis</i> Tashiro and Kozai	704	
<i>Thetis japonica</i> (Yabe and Nagao)	301 304 501 701	
<i>Anthonya japonica</i> Matsumoto	304 702	
<i>Aphrodina pseudoplana</i> (Yabe and Nagao)	303 305 502 702	
<i>Goshorala crenulata</i> (Matsumoto)	303	
Myoida		
<i>Corbula (s.l.)?</i> sp.	604	
Pholadomyoida		
<i>Periplomya japonica</i> Matsuda	701	
Ammonoidea		
Gaudryceratidae		
<i>Anagaudryceras</i> sp.		202 511 707
<i>Gaudryceras</i> sp.		706
Tetragonitidae		
<i>Tetragonites (Tetragonites) minimus</i> Shigeta		507
Desmoceratidae		
<i>Desmocerat (Pseudouhligella) japonicum</i> Yabe	303 401 503 505	
<i>Damesites ainuanus</i> Matsumoto		511 707
<i>Damesites</i> spp.		311
<i>Tragodesmoceroides subcostatus</i> Matsumoto	311 604 605 607	
Acanthoceratidae		
<i>Calycceras (Newboldiceras) asiaticum</i> (Jimbo)	504 702	
Collignoniceratidae		
<i>Collignoniceras woolfargi</i> (Mantell)	507	
Baculitidae		
<i>Sciponoceras</i> sp.		701 703
Scaphitidae		
<i>Scaphites</i> sp.		603



- 安藤寿男, 1990b. 上部白亜系中部蝦夷層群三笠層の堆積相分布と前進性シーケンス. 地質学雑誌, **96**, 453-469.
- Ando, H., 1997. Apparent stacking patterns of depositional sequences in the Upper Cretaceous shallow-marine to fluvial successions, Northeast Japan. *Memoirs of Geological Society of Japan*, (48), 43-59.
- 安藤寿男, 1998. 蝦夷層群の堆積相—幾春別背斜沿いの中部蝦夷層群三笠層—. 日本地質学会北海道支部・地学団体研究会北海道支部 見学旅行案内書, 27p.
- 安藤寿男, 2000. セノマニアン—チューロニアン中部蝦夷層群三笠層の浅海生軟体動物化石密集層—北海道奔別川セクションのボーリング・コア—. 三笠市立博物館紀要, (4), 15-35.
- 安藤寿男, 2001. 上部白亜系セノマニアン—チューロニアン中部蝦夷層群三笠層の浅海生軟体動物化石密集層—三笠ぼんべつダムのボーリング・コア試料:まとめ—. 三笠市立博物館紀要, (5), 45-59.
- Ando, H., 2003. Stratigraphic correlation of Upper Cretaceous to Paleocene forearc basin sediments in Northeast Japan: cyclic sedimentation and basin evolution. *Journal of Asian Earth Sciences*, **21**, 919-933.
- 安藤寿男, 2005. 東北日本の白亜系—古第三系蝦夷前弧堆積盆の地質学的位置づけと層序対比. 石油技術協会誌, **70**, 24-36.
- 安藤寿男, 2006. 関東平野東端の太平洋岸に分布する銚子層群・那珂湊層群・大洗層の地質学的位置づけ. 地質学雑誌, **112**, 84-97.
- 安藤寿男・小玉武史, 1998. 白亜紀セノマニアン—チューロニアンの浅海生二枚貝フォーナの変遷—奔別川セクションの中部蝦夷層群三笠層. 三笠市立博物館紀要, (2), 1-15.
- 安藤寿男・長谷川 卓・佐野晋一, 1994. 蝦夷層群と古第三紀挟炭層. 日本地質学会第101年学術大会見学旅行案内書, 73-92.
- 安藤寿男・橋本聡子・横山芳春, 2003. 北海道中部蝦夷層群三笠層におけるカキ化石密集層(前—中期チューロニアン)のタフォノミーと古生態学的意義. 三笠市立博物館紀要, (7), 1-17.
- Ando, H., Hasegawa, T., Hikida, Y. and Hirano, H., 2006. Shallow to offshore marine bio- and lithofacies changes along basin transect and Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event in Cretaceous Yezo forearc basin, central Hokkaido. In Ito, M., Yagishita, K., Ikehara, K. and Matsuda, H. eds., *Field Excursion Guidebook for 17th International Sedimentological Congress*, 2006 Fukuoka., 1-45.
- Catuneanu, O., 2006. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier, 375p.
- de Graciansky, P.-C., Hardenbol, J., Jacquin, J., Farley, M. and Vail, P., eds., 1998. *Mesozoic-Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication, (60), 786p.
- Dott, R. H. Jr. and Bourgeois, J., 1982. Hummocky stratification of its variable bedding sequence. *Geological Society of America, Bulletin*, **93**, 663-680.
- 深田淳夫・石井次郎・市川輝雄・皿木正夫, 1953. 幾春別川の白亜系. 北海道地質要報, (22), 1-19.
- 深田淳夫, 2001. 「幾春別川流域における白亜系」の生層序学的研究の補足. 深田地質研究所年報, (2), 51-66.
- 深田淳夫, 2003. 幾春別川「桂沢ダム」周辺の白亜系についての研究. 深田地質研究所年報, (4), 119-131.
- 二上政夫, 1982. 北海道鳩の巣地域の白亜系とくにアンモナイト群集の特性. 地質学雑誌, **88**, 101-120.
- Futakami, M., 1986a, b. Stratigraphy and paleontology of the Cretaceous in the Ishikari Province, Central Hokkaido, Japan. Part I. Stratigraphy of the southern areas. Part II. Stratigraphy of the northern areas. *Bulletin of National Science Museum, Series C*, **12**, 7-34, 91-120.
- 二上政夫・棚部一成・小島郁生, 1980. 北海道奔別地域白亜系上部チューロニアンのメガ化石群集の特性. 北九州市自然史博物館研究報告, (2), 1-13.
- Gradstein, F. M., Agterberg, F. P., Ogg, J. G., Hardenbol, J., Van Veen, P., Thierry, J. and Huang, Z., 1995. A Triassic, Jurassic and Cretaceous time scale. In Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M. P. and Hardenbol, J., eds.: *Geochronology Time Scales and Global Correlation*. Society of Economical Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, (54), 95-126.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. G. and Smith A. G., 2004. *A Geological Time Scale 2004*. Cambridge University Press, 589p.
- Hirano, H., Tanabe, K., Ando, H. and Futakami, M., 1992. Cretaceous forearc basin of central Hokkaido: lithofacies and biofacies characteristics. In Adachi, M. and Suzuki, K. eds.: *29th IGC Field Trip Guidebook. Vol. 1: Paleozoic and Mesozoic Terranes: Basement of the Japanese Island Arcs*. Nagoya Univ., 45-80.
- Matsumoto, T., 1942. Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan, Part I. *Memoirs of Faculty of Science, Kyushu Imperial University, Series D*, **1**, 129-280.
- Matsumoto, T., 1943. Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan, Parts II-III. *Memoirs of Faculty of Science, Kyushu Imperial University, Series D*, **2**, 98-237.
- 松本達郎, 1951. 蝦夷層群と関門層群. 地質学雑誌, **57**, 95-98.
- Matsumoto, T., 1954. *The Cretaceous System in the Japanese Islands*. Japan Society for Promotion of Science, Tokyo, 324p.
- Matsumoto, T., 1959. Zonation of the Upper Cretaceous in Japan. *Memoirs of Faculty of Science, Kyushu University*

- ty, *Series D*, **9**, 55-93.
- Matsumoto, T., 1965. A monograph of the Collignoniceratidae from Hokkaido, Part I. *Memoirs of Faculty of Science, Kyushu University, Series. D*, **14**, 1-80.
- 松本達郎・岡田博有, 1973. エゾ地向斜の佐久層について. 九州大学理学部研究報告 (地質), **11**, 275-309.
- 松本達郎・野田雅之・米谷盛寿郎, 1991. 北海道白亜系セノマニアン-チュロニアン両階のアンモナイト・イノセラムス・有孔虫による統合生層序を目指して. 地学雑誌, **100**, 378-398.
- 松野久也・田中啓策・水野篤行・石田正夫, 1964. 5 万分の 1 地質図幅「岩見沢」および説明書. 北海道開発庁, 168p.
- 長尾 巧・斎藤林次・松本達郎, 1938. 北海道幾春別川筋白亜系層序の予察 (特に *Inoceramus* の産出順序について). 地質学雑誌, **45**, 259-263.
- Nummedal, D. and Swift, D. J. P., 1987. Transgressive stratigraphy at sequence-bounding unconformities: some principles derived from Holocene and Cretaceous example. In Nummedal, D., Pilkey, O. H. and Howard, J. D. eds., *Sea-level Fluctuation and Coastal Evolution*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, (41), 241-260.
- 小島郁生・二上政夫, 1975. 北海道万字地域の白亜系. 国立科学博物館研究報告, C 類 (地学), **1**, 93-110.
- Obata, I. and Futakami, M., 1977. The Cretaceous sequence of the Manji dome, Hokkaido. *Palaeontological Society of Japan, Special Papers*, (21), 23-30.
- 齊藤文紀, 1989. 陸棚堆積物の区分と暴風型陸棚における堆積相. 地学雑誌, **98**, 350-365.
- Takashima, R., Kawabe, F., Nishi, H., Moriya, K., Wani, K. and Ando, H., 2004. Geology and stratigraphy of the Cretaceous forearc basin sediments in Hokkaido, Japan: Cretaceous environmental events in the northwest Pacific margin. *Cretaceous Research*, **25**, 365-390.
- Tanabe, K., Obata, I and Futakami, M., 1978. Analysis of ammonoid assemblages in the Upper Turonian of the Manji area, central Hokkaido. *Bulletin of National Science Museum, Series, C*, **4**, 37-62.
- 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形化石-微化石層序および古地磁気層序の統合に向けて. 地質学雑誌, **101**, 19-29.
- Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S. A., Eisner, P. N. and Perez-Cruz, C., 1991. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology - an overview. In Einsele, G., Ricken, W. and Seilacher, A., eds., *Cycles and Events in Stratigraphy*, 617-659, Berlin, Springer-Verlag.
- van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., Campion, K. M. and Rahmanian, V. D., 1990. *Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores, and Outcrops*. American Association of Petroleum Geologists, Methods in Exploration Series, (7), 1-55.
- 吉田尚・神戸信和, 1955. 5 万分の 1 地質図幅「幾春別岳」および説明書. 北海道開発庁, 31p.

**Plate 1**

- A:** bioturbated sandy siltstone of facies 2 in the middle part of H2-2, Yon-no-sawa section.
- B:** bioturbated silty sandstone of facies 3 in the upper part of M2-4, Ganseki-zawa section.
- C:** bioturbated fine sandstone of facies 4 in the upper part of M2-2, Ganseki-zawa section.
- D:** interbedded hummocky cross-stratified fine sandstone and bioturbated sandy siltstone of facies 6 in the upper part of M2-1, eastern branch of Ganseki-zawa section.
- E:** thick conglomerate of facies 9 in the upper part of M3-4, Kimun-ashibetsu River section.
- F:** tuffaceous sandstone in the upper part of H2-1, Yon-no-sawa section.
- G:** shell concentration in the lower part of M2-2, Ganseki-zawa section.
- H:** boundary (left side) between Mikasa Formation (M3-5) and Haborogawa Formation (H1-1) as a marine flooding surface in Ganseki-zawa forestry road section.

