

## 北部石灰アルプスのジュラ系とその国際境界模式層序・位置

The Jurassic of the Northern Calcareous Alps and its Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP)

### Abstract

This paper summarises the recent progress and current status of research undertaken on the Jurassic strata of the Northern Calcareous Alps. The Jurassic GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) at the Kuhjoch section of the Northern Calcareous Alps is also explained in detail. The base of the Jurassic strata is defined at this location by the occurrence of the oldest known Jurassic ammonite, *Psiloceras spelae tirolicum* Hillebrandt & Krystyn. The Upper Triassic to Lower Jurassic successions of the Northern Calcareous Alps were developed along the passive continental margin of the Neotethys Ocean. In Middle Jurassic time, a change in the plate tectonic setting influenced the sedimentary facies, which suggest north-west-verging nappe stacking in association with the partial closure of the Neotethys Ocean. Deep-water radiolarite basins developed in the area in front of the advancing nappes and were the sites of mass flow deposits that produced olistoliths of various sizes. These olistoliths were included in the radiolarite matrices. Therefore, the use of radiolarian fossils as a dating method plays an important role in understanding the formations of the Northern Calcareous Alps.

Keywords: Northern Calcareous Alps, Jurassic, GSSP, ammonite, *Psiloceras spelae tirolicum*

鈴木寿志<sup>\*1</sup>  
ガウリック ハンス-ユルゲン<sup>\*2</sup>  
尾上哲治<sup>\*3</sup> 三上禎次<sup>\*4</sup> 佐藤峰南<sup>\*5</sup>  
山下大輔<sup>\*3</sup> 石田啓祐<sup>\*6</sup>

*Hisashi Suzuki*<sup>\*1</sup>, *Hans-Jürgen Gawlick*<sup>\*2</sup>,  
*Tetsuji Onoue*<sup>\*3</sup>, *Teiji Mikami*<sup>\*4</sup>,  
*Honami Sato*<sup>\*5</sup>, *Daisuke Yamashita*<sup>\*3</sup> and  
*Keisuke Ishida*<sup>\*6</sup>

2013年12月18日受付.

2015年2月19日受理.

<sup>\*1</sup> 大谷大学文学部

Faculty of Letters, Otani University, Koyama-Kamifusa-cho, Kyoto 603-8143, Japan

<sup>\*2</sup> レオーベン鉱山大学応用地球科学・地球物理学部

Department Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, Erdölgeologie, Montanuniversität Leoben, Peter-Tunner-Strasse 5, 8700 Leoben, Österreich

<sup>\*3</sup> 熊本大学大学院自然科学研究科理学専攻地球環境科学講座

Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, Kurokami 2-39-1, Kumamoto 860-8555, Japan

<sup>\*4</sup> 龍谷大学(非常勤講師) / 大谷大学真宗総合研究所(研究協力員)

Ryukoku University, Fukakusa Tsukamoto-cho 67, Fushimi-ku, Kyoto 612-8577, Japan / Shin Buddhist Comprehensive Research Institute, Otani University, Koyama-Kamifusa-cho, Kita-ku, Kyoto 603-8143, Japan

<sup>\*5</sup> 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻

Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki, Fukuoka 812-8581, Japan

<sup>\*6</sup> 徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部

Laboratory of Geology, Institute of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, 1-1 Minamijosanjima, Tokushima 770-8502, Japan

Corresponding author: H. Suzuki,  
hsuzuki@res.otani.ac.jp



Fig. 1. Map showing the location of the Northern Calcareous Alps, Austria (shaded area).

第1図 北部石灰アルプスの分布(灰色部分).

## はじめに

2012年9月に第29回国際堆積学会が、レオーベン鉱山大学の主催によりアルプス山脈に抱かれる小さな町シュラートミングにて開催された。その際に行われた巡検では、ジュラ系の国際境界を訪れるものと、北部石灰アルプスのジュラ系の層相と構造発達を関連づけるものが含まれており、筆者らがこれらの巡検に参加した。その間日本では、松岡篤氏を中心となって日本地質学会にてジュラ系研究の総括がなされ、地質学雑誌に特集号が組まれることになった。ちょうど日本では地質学会で、一方ヨーロッパでは国際堆積学会で、それぞれジュラ系のまとめがなされていたことになる。ちょうどよい機会であるので、この場を借りて今回の巡検での観察結果を踏まえ、北部石灰アルプスのジュラ系について筆頭著者の鈴木が中心となってまとめることにした。以下に、北部石灰アルプスに含まれるジュラ系の国際境界模式層序・位置(GSSP)と、北部石灰アルプスにおけるジュラ系層序の最新の研究成果を概説する。なお、前者については本特集号の口絵(三上ほか, 2015)でも紹介しているので、参照いただきたい。

### 北部石灰アルプスについて

北部石灰アルプスは、東アルプスの中でも北部に位置し、西はライン川から東はウィーン盆地まで、東西に500 kmにわたって細長く分布する(Fig. 1)。主に三畳紀に形成されたサンゴ礁域から遠洋域にいたる堆積場の異なる様々な石灰岩が厚く堆積していることで特徴づけられ、命名の由来となっている一大地体群である。

北部石灰アルプスは複数のデッケの積み重なりからなると考えられており、それらは下位から上位へ次のように区分されてきた(例えば, Tollmann, 1985): バイエレン・デッケ群(Bajuvarikum), チロル・デッケ群(Tirolikum), ユヴァブ・デッケ群(Juvavikum)。しかし近年の東アルプスの層序と地質構造の研究成果によれば、これらのデッケ群のうちユヴァブ・デッケ群は実体のない地質体であり、そのなかの構成要素とされたハルシュタット石灰岩はチロル・デッケ群

中の異地性岩体とされている(ハルシュタット・メラング: Frisch and Gawlick, 2003)。このような北部石灰アルプスの地質構造の再解釈は、角礫岩中の礫から径1000 mのオリストリスにいたる異地性岩体(多くの場合三畳系)の間を埋める基質の珪質堆積岩(放散虫岩)の年代決定によりなされた。その結果、北部石灰アルプスには、以前より多くのジュラ系堆積岩が認識されるようになった。そして2009年にはチロル・デッケ群中の三畳系からジュラ系へ連続する地層から、ジュラ紀最古のアンモナイトが発見され、ジュラ系基底の国際境界模式層序・位置が最終的に北部石灰アルプスに置かれることになった。

### ジュラ系の国際境界模式層序・位置

系、統、階などの年代層序単元は、それらの基底層準によって定義される。したがって、下位の年代層序単元から連続して境界をまたぎ、当該の年代層序単元へいたる一連の層序が必要である。そのような層序の境界が、世界中で最もよく理解されている場所を選び、国際的な境界が設定されている。英語では“Global Boundary Stratotype Section and Point”と表記され、よく“GSSP”と略される。日本語ではいくつかの翻訳例があるが、ここでは「国際境界模式層序・位置」もしくは「国際境界模式層序」とする(オグほか, 2012)。ジュラ系の場合、最下部の階はエタンジュ階なので、ジュラ系の国際境界はエタンジュ階の国際境界に等しい。また下位の年代層序単元との関係でいうと、ジュラ系の国際境界は、三畳系とジュラ系の境界を示すことになり、また三畳系最上部のレート階とジュラ系最下部のエタンジュ階との境界でもある。

ジュラ系の国際境界模式層序・位置は、2008年の段階で6箇所の候補地が挙げられていた(Morton and Hesselbo, 2008)。ジュラ系の層序はアンモナイトの生層序が基準となっており、他の化石の生層序帯はアンモナイト化石帯との対比によって層準が論じられる。したがって、6箇所の国際境界候補地のうち、ジュラ紀最古のアンモナイト、すなわち最初のアンモナイト目である*Psiloceras spelaе*を産する層序断面が、最終候補地となった。それは、北部石灰アル

プスのクーヨッホ(Kuhjoch)層序断面(Fig. 1)と合衆国ネヴァダ州のファーガソン・ヒル(Ferguson Hill)層序断面であった。最終的に国際層序委員会ジュラ系層序小委員会の委員による投票によって、クーヨッホ層序断面が第一候補として、国際地質科学連合に提案されることとなった(Morton and Hesselbo, 2008)。そして2010年4月の国際地質科学連合実行委員会によって、ジュラ系の国際境界模式層序・位置がクーヨッホ層序断面に置かれることが正式に決定された。

クーヨッホ層序断面については、これまでに Hillebrandt et al.(2007), Hillebrandt and Krystyn(2009), Krystyn et al.(2010), Richoz et al.(2012)の研究報告がある。ここにはケンドゥルバッハ層のティーフェングラーベン部層が、厚さ約22 mで露出している。レート階最上部からエタンジュ階最下部の泥灰岩を主体とし、上位へ向かってシルトと細粒砂の割合が増していく。ジュラ紀最古のアンモナイト *Psiloceras spelae tirolicum* が初めて産する層準は、ケンドゥルバッハ層基底から5.8 m上位にある。この層準がジュラ系の国際境界模式層序・位置となる(Hillebrandt et al., 2007; 三上ほか, 2015, 口絵 Fig. 4)。下位に位置するケッセン層との境界付近においては、レート階のアンモナイト *Choristoceras marshi* が産する。またジュラ系基底の3 m上位層準からは *Psiloceras* ex gr. *P. tilmanni* が、さらにその3.5 m上位からは *Psiloceras* cf. *pacificum* が初めて産し、エタンジュ階最下部のアンモナイト層序が連続してみられる(Hillebrandt et al., 2007; Hillebrandt and Krystyn, 2009)。アンモナイト以外の大型化石では、二枚貝、腕足動物が、また微化石では、有孔虫、貝形虫、石灰質ナノ化石、花粉・胞子が産出し、種まで同定されて生層序学的な意義が議論されている(Hillebrandt et al., 2007)。これまでのところ、放散虫は産出していない(Hillebrandt 教授私信)。炭素同位体比の測定がなされており、 $\delta^{13}\text{C}$ の変動曲線は、ケッセン層とケンドゥルバッハ層の境界付近で大きく負に突出した偏位が認められる。一方の三畳系・ジュラ系境界付近では、それより小さな変動幅であるが、負の偏位が継続してみられる(Hillebrandt et al., 2007)。

実際に現地足に足を運んでみると、模式境界の露頭は尾根線にあるものの、ちょうど山の鞍部に位置するので、露頭状況は必ずしも良好とはいえない(Fig. 2; 三上ほか, 2015, 口絵 Fig. 2)。また麓の林道から約2時間かけて徒歩で斜面を登る必要がある(Fig. 2)。冬になると雪に覆われることもあり、境界露頭は通常、防水シートが張られている。一般向けの解説看板が2つ設けられていたが、これらも冬季の積雪の所為か、木の支柱が傾いていた。これからさらに掘削して周辺を整備していくとのことなので、今後が楽しみである。

#### 北部石灰アルプスのジュラ系

北部石灰アルプスでは、三畳系のサンゴ礁性～遠洋性石灰岩が厚く堆積し、広く分布する。これらの石灰岩が「石灰アルプス」の名前の由来になっている。その一方で、北部石灰アルプスのジュラ系は、珪質堆積岩が主体であり、分布も狭

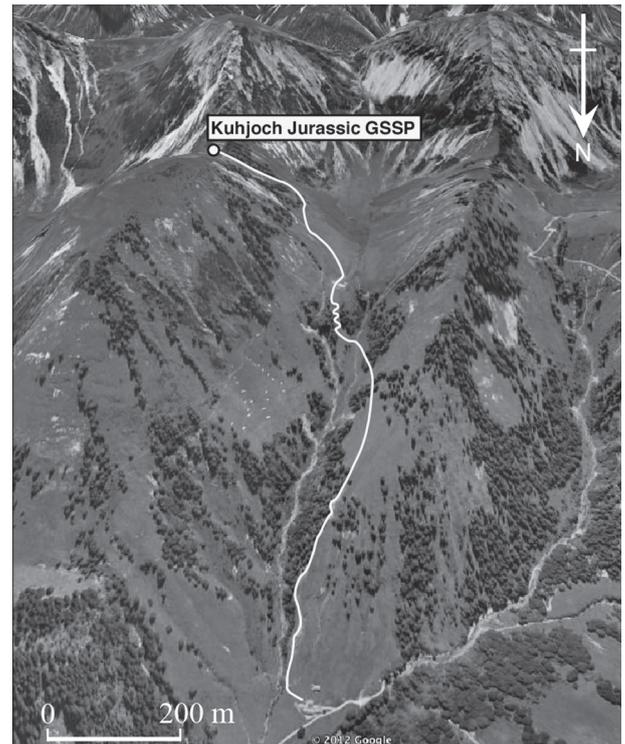


Fig. 2. Google Earth image showing the location of the base of the Jurassic GSSP at Kuhjoch ( $47^{\circ}29'1.75''\text{N}$ ,  $11^{\circ}31'47.95''\text{E}$ ). The white line shows the trail from a forest road to the Jurassic GSSP.

第2図 クーヨッホのジュラ系国際境界位置。麓の林道からクーヨッホへの登山経路を示す。衛星画像はグーグル・アースによる。クーヨッホのジュラ系国際境界位置は、全地球測位システム(GPS)での測定によると北緯  $47^{\circ}29'1.75''$ 、東経  $11^{\circ}31'47.95''$  に位置する。

い。しかし、テチス海閉鎖に伴う地質形成過程は、ジュラ系中・上部統に挟まれる角礫岩やメランジュの発達によって捉えられているので、構造発達史を考える上ではジュラ系から得られる地質学的情報が重要になってくる。

北部石灰アルプスのジュラ系下部統は、三畳系基盤の古地理上の位置(例えば、大陸縁辺のサンゴ礁性潟湖、サンゴ礁縁辺域、遠洋域)に応じて、堆積相が変わる。そのため同時異相が多く、岩相層序を一般化して単純に示すことは不可能である。

一方、北部石灰アルプスのジュラ系中・上部統では、デッケの構造運動による堆積盆地の分化によって、角礫やオリストリスが取り込まれるようになった(Gawlick et al., 2002; Frisch and Gawlick, 2003)。堆積盆地の水深が深くなることで、放散虫岩が卓越するようになる。デッケの構造運動やオリストリスの移動は、ジュラ系地層群が白亜系上部統ゴザウ層群に不整合で覆われることから、白亜紀古世の終わりまでには終了した。

本稿ではこのような構造発達史をもつ北部石灰アルプスのジュラ系について、中でもほぼ中央に位置するザルツカンマーグート地方(Fig. 1)における層序を主に紹介する(Fig. 3)。なお北部石灰アルプスのジュラ系の詳細については、

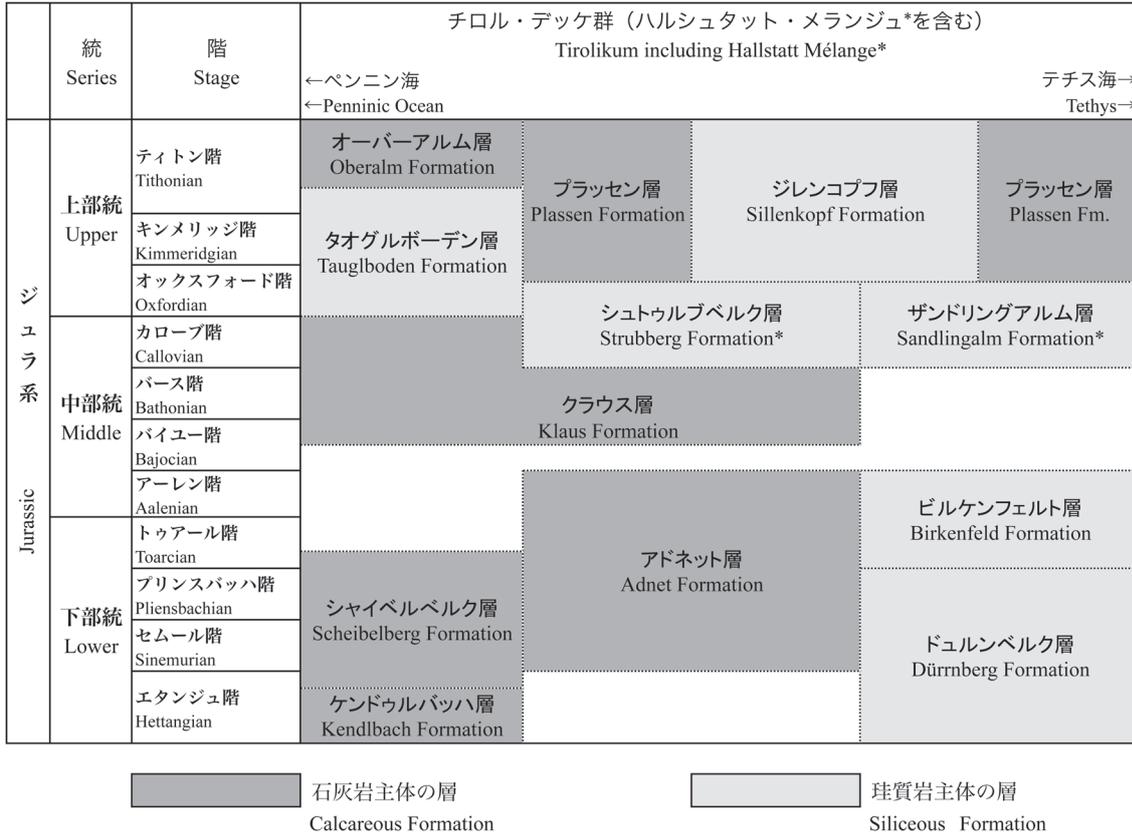


Fig. 3. Jurassic stratigraphic chart of selected formations in the Northern Calcareous Alps.

第3図 北部石灰アルプスの代表的なジュラ系層序. 国際標準階の日本語表記は, オグほか(2012)による.

Gawlick et al.(2009, 2012)によるまとめがあるので, 興味のある方は参照されたい.

1. ジュラ系下部統

北部石灰アルプスのジュラ系下部統は, 三畳系上部統レート階から連続するエタンジュ階のケンドウルバッハ層(Kendlbach Formation), エタンジュ階末~トゥアール階下部のシャイベルベルク層(Scheibelberg Formation), セムール階~アーレン階のアドネット層(Adnet Formation; Fig. 4)などから構成される. 一般に石灰岩から泥灰岩の岩相を有し, アンモナイト, 有孔虫などの石灰質化石を産する. 地質年代はアンモナイトによって決められている(例えば, Hillebrandt and Krystyn, 2009; Schröder, 1925; Dommergues et al., 1995). 一方, 部分的にリアス統珪質石灰岩(Liaskieselkalk)とよばれる珪質岩相が発達することがあり, エタンジュ階~セムール階(もしくはトゥアール階)のキルヒシュタイン石灰岩(Kirchstein Limestone)やエタンジュ階~プリンスバッハ階のデュルンベルク層(Dürrnberg Formation)からは放散虫化石が多産する(Kozur and Mostler, 1990; Gawlick et al., 2001; O'Dogherty and Gawlick, 2008).

2. ジュラ系中部統(アーレン階・バイユー階・バース階)

北部石灰アルプスではジュラ系中部統, とくにその下・中部では, 堆積速度が遅いため地層の発達がよくない. ただし

中部統上部のカローブ階からジュラ系上部統にかけては珪質岩を主体とした層相が発達する. ジュラ系中部統を含む地層として, 下部統トゥアール階から連続しアーレン階へ続くビルケンフェルト層(Birkenfeld Formation), バイユー階~カローブ階最上部のクラウス層(Klaus Formation)が代表的である. ビルケンフェルト層は珪質石灰岩や珪質泥灰岩からなり, 放散虫化石を多産する(Suzuki und Gawlick, 2003). 一方のクラウス層は, 主に赤色ないし茶褐色の石灰岩からなり, parkinsoni 帯から macrocephalus 帯のアンモナイトを産する(Krystyn, 1971, 1972; Fig. 5). さらにフルダーグラーベンのクラウス層最上部から Mandl(1982)はカローブ階・オックスフォード階境界付近のアンモナイトを報告した.

3. ジュラ系中部統上部・ジュラ系上部統

カローブ期になるとテチス海の縮小に伴い, 遠洋域から陸棚域の方向へ, 北西フェルゲンツの衝上運動が堆積盆地の分化を引き起こした(Gawlick et al., 2002). 衝上運動に伴う隆起帯から三畳系石灰岩がジュラ系の堆積盆地へ再移動し, 角礫岩からオリストストロームもしくはメランジュにいたる様々な規模の混在岩体を形成した. カローブ階~オックスフォード階上部のザンドリングアルム層(Sandlingalm Formation)は, 三畳系アニス階~ノール階のハルシュタット石灰岩の礫やオリストリスを含む(Gawlick et al., 2007). カ



**Fig. 4.** Ammonite-bearing red limestone of the Lower Jurassic Adnet Formation, Wimberger Bruch of Adnet, Austria.

第4図 アドネットのヴィンベルク採石場で観察されたアドネット層の赤色石灰岩。アンモナイトを含む。



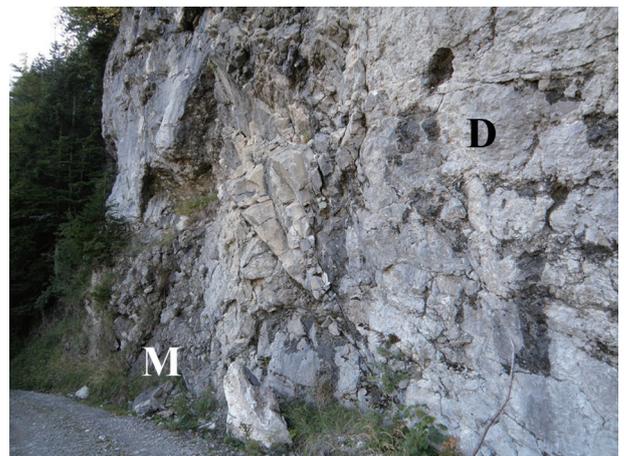
**Fig. 6.** Breccia of the Strubberg Formation containing clasts of the Triassic Pötschen Limestone at a forest road in Lammer Valley, Austria.

第6図 シュトゥルプベルク層の角礫岩。三畳系ペツェン石灰岩の角礫を含む(ランマー谷の林道でみられた転石)。



**Fig. 5.** Red to dark grey radiolarites of the Tauglboden Formation overlies limestone of the Klaus Formation in Fludergraben, Austria. The topmost bed of the Klaus Formation yields ammonites near the Callovian-Oxfordian boundary (Mandl, 1982).

第5図 クラウス層の石灰岩とその上に重なるタオグルボーデン層基底の放射虫岩。フルダーグラーベンの露頭。クラウス層の最上部からは、カロブ階・オックスフォード階境界付近のアンモナイトが報告された(Mandl, 1982)。



**Fig. 7.** Large olistolith of the Upper Triassic Dachstein Limestone (D) included in a radiolarite matrix (M) of the Tauglboden Formation along a forestry road in the Fludergraben area, Austria.

第7図 タオグルボーデン層中の巨大オリストリス。三畳系上部統のダッハシュタイン石灰岩(D)がオリストリスとして放射虫岩基質(M)の中に取り込まれている(フルダーグラーベンの林道沿い)。

ローブ階～オックスフォード階中部のシュトゥルプベルク層(Strubberg Formation)は、ハルシュタット石灰岩に加え、三畳系カルニア階～ノール階のペツェン石灰岩(Pötschen Limestone)やノール階のダッハシュタイン石灰岩(Dachstein Limestone)などの礫やオリストリスを含む(Gawlick, 1996; Gawlick und Suzuki, 1999; Fig. 6)。オックスフォード階～ティトン階下部のタオグルボーデン層(Tauglboden Formation)は、三畳系ノール階～レート階のダッハシュタイン石灰岩、三畳系レート階のケッセン層

(Kössen Formation)、ジュラ系下部統のシャイベルベルク層などの礫もしくはオリストリスを含む(Gawlick et al., 1999; Gawlick et al., 2007; Fig. 7)。オックスフォード階上部～ティトン階のジレンコプフ層はペツェン石灰岩やハーゼル山塊のペルム系蒸発岩の礫やオリストリスを含む(Missoni et al., 2001; Gawlick and Frisch, 2003)。いずれも放射虫岩からなる連続層序を保持しつつ(例えば, Fig. 5の放射虫岩)、複数層準に角礫岩とオリストリスを挟んでいる。キンメリッジ期になるとこれらの混在岩体の上位に浅海性石灰岩を主体とするプラッセン層(Plassen Formation)が



**Fig. 8.** Hemipelagic bedded limestone sequence of the upper Tithonian Oberalm Formation along a forestry road in the Mt. Höherstein area, Austria.

**第8図** ヘーハーシュタインの林道沿いに露出するティトン階上部のオーバーアルム層。半遠洋性の層状石灰岩から構成される。

一部で覆ってくる。その地質年代は主に底生有孔虫により決められ、キンメリッジ期の *Protopeneloplis striata* 帯〜ベリアス期の “*Tubiphytes*” *morroneis*+*Protopeneloplis ultragramulata* 帯にいたる (Schlagintweit et al., 2003, 2005)。ただし、ブラッセン層の堆積開始と終了の地質年代は、地域によって異なっている (レッテンシュタイン山地域ではオックスフォード階上部; Auer et al., 2009)。ティトン階上部〜ベリアス階のオーバーアルム層 (Oberalm Formation; Fig. 8) は、タオグルボーデン層の上位に重なる半遠洋性石灰岩からなる (Steiger, 1992)。

## 謝 辞

本稿をまとめるにあたり、新潟大学理学部の松岡 篤教授には、本特集号に執筆の機会を与えていただいた。ウィーン大学の Leopold Krystyn 教授、グラーツ大学の Sylvain Richoz 博士、レオーベン鉱山大学の Sigrid Missoni 博士には、国際堆積学会の巡検にて現地を案内していただき、丁寧な説明をしていただいた。ドイツ Sulzfeld am Main 在住の Volker Diersche 博士には、北部石灰アルプスの放散虫岩産地を案内していただいた。筆者のうち鈴木と三上は、現地調査にあたり大谷大学真宗総合研究所から研究助成を受けた。ここに記して感謝したい。

## 文 献

- Auer, M., Gawlick, H.-J., Suzuki, H. and Schlagintweit, F., 2009, Spatial and temporal development of siliceous basin and shallow-water carbonate sedimentation in Oxfordian Northern Calcareous Alps. *Facies*, **55**, 63–87.
- Dommergues, J. L., Meister, C. and Böhm, F., 1995, New data on Austroalpine Liassic Ammonites from the Adnet quarries and adjacent areas (Oberösterreich, Northern Calcareous Alps). *Jb. Geol. B.-A.*, **138**, 161–205.
- Frisch, W. and Gawlick, H.-J., 2003, The nappe structure of the

central Northern Calcareous Alps and its disintegration during Miocene tectonic extrusion: a contribution to understanding the orogenic evolution of the Eastern Alps. *Intern. Jour. Earth Sci. (Geol. Rundschau)*, **92**, 712–727.

- Gawlick, H.-J., 1996, Die früh-oberrjurassische Brekzien der Strubbergsschichten im Lammertal: Analyse und tektonische Bedeutung (Nördliche Kalkalpen, Österreich). *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **39/40**, 119–186.
- Gawlick, H.-J. and Frisch, W., 2003, The Middle to Late Jurassic carbonate clastic radiolaritic flysch sediments in the Northern Calcareous Alps: sedimentology, basin evolution, and tectonics: an overview. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **230**, 163–213.
- Gawlick, H.-J., Frisch, W., Missoni, S. and Suzuki, H., 2002, Middle to Late Jurassic radiolarite basins in the central part of the Northern Calcareous Alps as a key for the reconstruction of their early tectonic history: an overview. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, **57**, 123–132.
- Gawlick, H.-J., Missoni, S., Schlagintweit, F., Suzuki, H., Frisch, W., Krystyn, L., Blau, J. and Lein, R., 2009, Jurassic tectonostratigraphy of the Austroalpine Domain. *Jour. Alpine Geol.*, **50**, 1–152.
- Gawlick, H.-J., Missoni, S., Schlagintweit, F. and Suzuki, H., 2012, Jurassic active continental margin deep-water basin and carbonate platform formation in the north-western Tethyan realm (Austria, Germany). *Jour. Alpine Geol.*, **54**, 189–291.
- Gawlick, H.-J., Schlagintweit, F. und Suzuki, H., 2007, Die Ober-Jura bis Unter-Kreide Schichtfolge des Gebietes Sandling-Höherstein (Salzkammergut, Österreich): Implikationen zur Rekonstruktion des Block-Puzzles der zentralen Nördlichen Kalkalpen, der Gliederung der karbonatklastischen Radiolaritflyschbecken und der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **243** (1), 1–70.
- Gawlick, H.-J. und Suzuki, H., 1999, Zur stratigraphischen Stellung der Strubbergsschichten in den Nördlichen Kalkalpen (Callovium–Oxfordium). *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **211** (3), 233–262.
- Gawlick, H.-J., Suzuki, H. und Missoni, S., 2001, Nachweis von unterliassischen Beckensedimenten in Hallstätter Fazies (Dürrnberg-Formation) im Bereich der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone und des Lammer Beckens (Hettangium–Sinemurium). *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **45**, 39–55.
- Gawlick, H.-J., Suzuki, H., Vortisch, W. und Wegerer, E., 1999, Zur stratigraphischen Stellung der Tauglbodenschichten der Typlokalität in der Osterhorngruppe (Nördlichen Kalkalpen, Ober-Oxfordium–Unter-Tithonium). *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **42**, 1–20.
- Hillebrandt, A. v., Krystyn, L., Kuerschner, W. M. with contributions from Bown, P. R., McRoberts, C., Ruhl, M., Simms, M., Tomasovych, A. and Urlichs, M., 2007, A candidate GSSP for the base of the Jurassic in the Northern Calcareous Alps (Kuhjoch section, Karwendel Mountains, Tyrol, Austria). *Newsl. Intern. Subcomm. Jura. Stratigr.*, **34** (1), 2–20.
- Hillebrandt, A. v. and Krystyn, L., 2009, On the oldest Jurassic ammonites of Europe (Northern Calcareous Alps, Austria) and their global significance. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **253**, 163–195.
- Kozur, H. and Mostler, H., 1990, Saturnaliacea Deflandre and some other stratigraphically important radiolaria from the Hettangium of Lenggries/Isar (Bavaria, Northern Calcareous Alps). *Geol.-Paläont. Mitt. Innsbruck*, **17**, 179–248.
- Krystyn, L., 1971, Stratigraphie, Fauna und Fazies der Klaus-Schichten (Aalenium–Oxford) in den östlichen Nordalpen. *Vhd. Geol. B.-A.*, **1971** (3), 486–509.

- Krystyn, L., 1972, Die Oberbajocium- und Bathonium-Ammoniten der Klaus-Schichten des Steinbruches Neumühle bei Wien (Österreich). *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, **76**, 195–310.
- Krystyn, L., Hillebrandt, A. v. and Richoz, S., 2010, The GSSP for the base of the Jurassic is in the Northern Calcareous Alps (Kuhjoch section; Karwendel Mountains, Tyrol, Austria). *Jour. Alpine Geol.*, **52**, 163.
- Mandl, G. W., 1982, Jurassische Gleittektonik im Bereich der Hallstätter Zone zwischen Bad Ischl und Bad Aussee (Salzkammergut, Österreich). *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **28**, 55–76.
- 三上禎次・石田啓祐・佐藤峰南・尾上哲治・鈴木寿志 (Mikami, T., Ishida, K., Sato, H., Onoue, T. and Suzuki, H.), 2015, ジュラ系基底の国際境界模式層序・位置 (オーストリア, ケーヨーホ). *地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan)*, **121**, I-II (本特集号).
- Missoni, S., Schlagintweit, F., Suzuki, H. und Gawlick, H.-J., 2001, Die oberjurassische Karbonatplattformentwicklung im Bereich der Berchtesgadener Kalkalpen (Deutschland): eine Rekonstruktion auf der Basis von Untersuchungen polymikter Brekzienkörper in pelagischen Kieselsedimenten (Sillenkopf-Formation). *Zbl. Geol. Paläont., Teil 1*, **2000**, 117–143.
- Morton, N. and Hesselbo, S. eds., 2008, *Newsletter of the International Subcommission on Jurassic Stratigraphy*. **35**(1), 74 p.
- O'Dogherty, L. and Gawlick, H.-J., 2008, Pliensbachian Radiolaria in the Teltshengraben (Northern Calcareous Alps, Salzkammergut area, Austria) and their evidence for the reconstruction of Liassic Tethys. *Micropaleont.*, **5**, 63–81.
- オググ, J. G.・オググ, G. M.・グラッドシュタイン, F. M. 編著, 鈴木寿志訳 (Ogg, J. G., Ogg, G. M., Gradstein, F. M. eds., translated by Suzuki, H.), 2012, 要説地質年代 (*The Concise Geologic Time Scale*). 京都大学学術出版会 (Kyoto University Press), 184 p.
- Richoz, S., Krystyn, L., Hillebrandt, A. v. and Martindale, R., 2012, End-Triassic crisis events recorded in platform and basin of the Austrian Alps. The Triassic/Jurassic and Norian/Rhaetian GSSPs. *Jour. Alpine Geol.*, **54**, 323–377.
- Schlagintweit, F., Gawlick, H.-J. und Lein, R., 2003, Die Plassen-Formation der Typlokalität (Salzkammergut, Österreich): neue Daten zur Fazies, Sedimentologie und Stratigraphie. *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **46**, 1–34.
- Schlagintweit, F., Gawlick, H.-J. und Lein, R., 2005, Mikropaläontologie und Biostratigraphie der Plassen-Karbonatplattform der Typlokalität (Ober-Jura bis Unter-Kreide, Salzkammergut, Österreich). *Jour. Alpine Geol. (Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.)*, **47**, 11–102.
- Schröder, G., 1925, Die Jurassischen Fleckenmergel der bayerischen Alpen. *N. Jb. Min. Geol. Paläont.*, **52**, 214–283.
- Steiger, T., 1992, Systematik, Stratigraphie und Palökologie der Radiolarien des Oberjura-Unterkreide-Grenzbereiches im Osterhorn-Trolikum (Nördliche Kalkalpen, Salzburg und Bayern). *Zitteliana*, **19**, 3–132, Taf. 131–127.
- Suzuki, H. und Gawlick, H.-J., 2003, Die jurassischen Radiolarienzonen der Nördlichen Kalkalpen. *Gmundner Geol. Stud.*, **2**, 115–122.
- Tollmann, A., 1985, *Geologie von Österreich, Band 2: Außer-zentralalpiner Anteil*. Deuticke, Wien, 710 SS.

## 付録 Zusammenfassung

### Der Jura der Nördlichen Kalkalpen und sein Globales Grenz-Stratotyp-Profil und -Punkt (GSPP)

In der vorgelegten Arbeit wird die Forschungssituation des Jura und seiner Entwicklungsgeschichte in den

Nördlichen Kalkalpen beschrieben. Am wichtigsten ist die kommissionelle Entscheidung das GSPP (Globales Grenz-Stratotyp-Profil und -Punkt) der Trias/Jura-Grenze in den Nördlichen Kalkalpen zu bestätigen. Im Profil Kuhjoch in Tyrol (Österreich) wurde der goldene Nagel für die offizielle Trias/Jura-Grenze im Jahr 2011 eingeschlagen. Im Trias/Jura-Grenzprofil Kuhjoch definiert der älteste jurassische Ammonit, *Psiloceras spelae tirolicum* Hillebrandt & Krystyn, die Basis des Jura. Die Ober-Trias bis Unter-Jura Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen ist Teil einer passiven Kontinentalrandentwicklung, die den Neotethys Ozean im Westen bzw. Nordwesten begrenzt. Im weiteren Verlauf des Jura zeigt die Becken- und Faziesentwicklung in den Nördlichen Kalkalpen eine Veränderung des Ablagerungsmilieus, die durch eine sich verändernde plattentektonische Entwicklung gekennzeichnet ist: durch das partielle Schliessen der Neotethys entwickelt sich ein nordwestvergenger Deckenstapel in den Nördlichen Kalkalpen, die ab Mittel-Jura die Unterplatte bilden. Vor den Deckenfronten entwickeln sich radiolaritische tiefseerinnenartige Tiefwasserbecken, in die ab Bathonium verschiedenartige Massenumlagerungsprodukte (Olistostrome, Gleitblöcke) eingeglitten sind. Dabei erreichen die Gleitblöcke eine Größe von mehreren Quadratkilometern. Die Matrix zwischen den Olistostromen und Gleitblöcken ist radiolaritisch und kann deshalb mit Hilfe von Radiolarien genau datiert werden, wobei für die Nördlichen Kalkalpen eine eigenständige Radiolarienbiozonierung unter Berücksichtigung anderer existierenden Radiolarienzonierungen erarbeitet wurde.

#### 著者プロフィール



鈴木寿志 大谷大学文学部国際文化学科准教授。博士(理学)。95年 京都大学大学院後期博士課程修了。98年 山形大学理学部助手, 02年 レオーベン鉱山大学研究助手, 08年 大谷大学文学部講師。研究内容: 97年以降主にガウリック教授とともに放散虫層序を用いた北部石灰アルプスの構造発達史の研究を進める。またミャンマーの旧成系層序, 人と密接に関わる文化地質学の研究も行う。 URL: [www.d1.dion.ne.jp/~canoatum/index.htm](http://www.d1.dion.ne.jp/~canoatum/index.htm)



ガウリック ハンス-ユルゲン レオーベン鉱山大学教授。Dr. rer. nat. 92年 マールブルク大学大学院博士課程修了。94年 レオーベン鉱山大学探鉱・応用堆積学教室助手。00年から現職。研究内容: コノドントの色指数を用いた北部石灰アルプスの被熱履歴の研究をきっかけに, 堆積学, 微化石層序学などを併用してアルプス山脈の古典的造構論を刷新してきた。近年は, カルパチア山脈やジナル山脈へと調査範囲を広げている。

## (要 旨)

鈴木寿志・ガウリック ハンス-ユルゲン・尾上哲治・三上禎次・佐藤峰南・山下大輔・石田啓祐, 2015, 北部石灰アルプスのジュラ系とその国際境界模式層序・位置. 地質雑, **121**, 83-90. (Suzuki, H., Gawlick, H.-J., Onoue, T., Mikami, T., Sato, H., Yamashita, D. and Ishida, K., 2015, The Jurassic of the Northern Calcareous Alps and its Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP). *Jour. Geol. Soc. Japan*, **121**, 83-90.)

ジュラ系の国際境界模式層序・位置がオーストリア国チロル州のクーヨッホ層序断面に置かれることが2010年に正式に決まった。それはジュラ紀最古のアンモナイト *Psiloceras spelae tirolicum* が初産出する層準で、ケンドゥルバッハ層の基底から5.8 m 上位に位置する。筆者らは2012年に行われた国際堆積学会の巡検でクーヨッホ層序断面を訪れたので、その概要を紹介する。

ジュラ系の国際境界が置かれた北部石灰アルプスでは、近年の研究でオリストリスの基質をなす珪質堆積岩からジュラ紀の放散虫化石が数多く報告され、年代決定に有効なことが示された。本稿では特に研究が進んでいるザルツカンマーグート地方の代表的なジュラ紀層を紹介し、北部石灰アルプスの地質構造発達史を概観する。

---

科学論文では、学説の検証可能性を保証することが重要です。そのため、地質学雑誌掲載論文には、重要な証拠となった試料がどこで得られたかを示しているものがあります。言うまでもないことですが、見学や採取を行う場合、各自の責任において地権者や関係官庁への連絡と許可の取得の必要があることにご注意下さい。詳しくは、次のページをご覧ください。

<http://www.geosociety.jp/publication/content0073.html>

一般社団法人日本地質学会