

北海道十勝郡浦幌町に分布する根室層群の白亜紀/古第三紀 (K/Pg) 境界剥ぎ取り標本の作製記録

久保見 幸¹⁾・圓谷昂史¹⁾・成田敦史¹⁾・持田 誠²⁾・澤村 寛³⁾

Koh Kubomi, Takafumi Enya, Atsufumi Narita, Makoto Mochida, and Hiroshi Sawamura:

Surface peel specimens of the Cretaceous / Paleogene (K/Pg) boundary of the Nemuro Group in Urahoro Town, Tokachi-gun, Hokkaido

Bulletin of the Historical Museum of Urahoro, 24

はじめに

約46億年の地球史の中で生物の「大量絶滅」とは、海洋動物の絶滅率変化を求めたとき、科のレベルで10%、属のレベルで20%以上 (Raup 1982) が約1,500万年以内 (Sepkoski 1982) に絶滅した場合と定義される (例えば, Raup and Sepkoski 1982; 海保 1992)。地球が大量絶滅を経験した時期は、オルドビス紀末 (約4億4,380万年前)、後期デボン紀 (フラニアン/ファメニアン) 境界 (約3億7,220万年前)、ペルム紀末 (約2億5,190万年前)、三畳紀/ジュラ紀境界 (約2億140万年前)、および白亜紀/古第三紀境界 (約6,600万年前) の5つである。その中でも、白亜紀 (K: 約1億4,500万年前~6,600万年前) /古第三紀 (Pg: 約6,600万年前~2,303万年前) 境界では、メキシコのユカタン半島周辺に直径約10 kmの巨大隕石が衝突したことにより、恐竜やアンモナイトなどの生物種が大量絶滅したとされている (Schulte *et al.*, 2010)。欧米などで確認されているK/Pg境界は黒色粘土層であり、多量のイリジウムやその他の白金族元素などを含み (Alvarez *et al.*, 1980)、衝撃石英なども報告されている (例えば, Montanari *et al.*, 1983)。K/Pg境界は、恐竜やアンモナイトの絶滅から哺乳類が繁栄する時代への転換期を保存する地層として非常に重要とされている。

Kaiho and Saito (1986) は、北海道十勝郡浦幌町北東部の川流布川支流の茂川流布川沿いに露出する根室層群川流布層上部泥岩部層 (彼らの区分では活平層上部に相当) の浮遊性有孔虫化石群集を検討した結果、炭質物に富む黒色粘土層がK/Pg境界に相当する可能

性を示した。また、この粘土層からは微量ではあるが、欧米のK/Pg境界から報告されているイリジウムも検出された (田崎ほか 1992)。このことから、北海道浦幌町で確認されたK/Pg境界は、東アジアでも唯一知られており、多くの先行研究においても重要視されてきた。

しかし、近年の台風などの自然災害が原因で、K/Pg境界を含む周辺の地層が露出している崖 (露頭) が徐々に後退するなどの被害が確認されている。この状況のままでは、地質学的に重要な情報が保存された地層が将来的に無くなってしまふことが危惧される。そこで今回は、露頭表面 (地層) を剥ぎ取り、博物館に標本として残すこととした。地層の剥ぎ取り技法は、露頭に接着剤を直接噴き付け、ガラス繊維や布などで裏打ちし、固化した後に露頭表面を薄く剥離させることによって地層を採取する手法である (例えば, 石浜 2017a, b)。地層の層序関係を実物のまま採取でき、かつ様々な場所に持ち運びが可能であるため、博物館展示や教育普及活動に利活用できる。一方、地層の剥ぎ取りは、未固結な堆積物に対して行うことが一般的であるが、本研究で扱うK/Pg境界は固結しているため、これまでの剥ぎ取り技法でどこまで作製できるのかを模索しながら実施する必要があった。

本研究では、浦幌町の茂川流布川沿いに露出するK/Pg境界を後世まで保存し、博物館展示を通してその貴重な地質学的情報を伝えるために、茂川流布川周辺の根室層群のK/Pg境界の剥ぎ取り標本の作製を試みたので報告する。

1) 北海道博物館 研究部 自然研究グループ

2) 浦幌町立博物館

3) 足寄動物化石博物館

茂川流布川沿いの根室層群川流布層の概要

北海道十勝郡浦幌町北東部の白糠丘陵には、白亜系～古第三系根室層群、古第三系音別層や浦幌層、新第三系川上層群、および第四系が分布する(図1:西嶋1964;栗原2013)。白糠丘陵に分布する根室層群は、北海道十勝郡の仁生川、川流布川、浦幌川、および本別川沿いに露出し、川上層、川流布層、および富川層に区分される(図1:西嶋1964)。川流布川支流の茂川流布川沿いには、川流布層上部泥岩部層が露出する(図2)。この上部泥岩部層は、黒色から灰色のシルト岩である。このシルト岩は塊状であり、細やかな割れ目(節理)が発達している。凝灰岩の薄層を数枚伴い、シルト岩中に数多くのコンクリーションを含む。また、シルト岩中には、Kaiho and Saito (1986) で示されたK/Pg境界に相当する黒色粘土層が狭在し、その上下に石灰岩層が存在する(図3)。本地域の川流布層は、産出する浮遊性有孔虫群集や底生有孔虫などの微化石類から、後期白亜紀マーストリヒチアン～古第三紀暁新世セランディアンに対比される(君波2010)。近年、K/Pg境界層から約15 m下位の層準から異常巻きアンモナイト *Diplomoceras cylindraceum* の産出が報告された(Kurihara *et al.*, 2016)。K/Pg境界周辺の地質やその詳細については、栗原(2013)などに記載されているため、参照されたい。

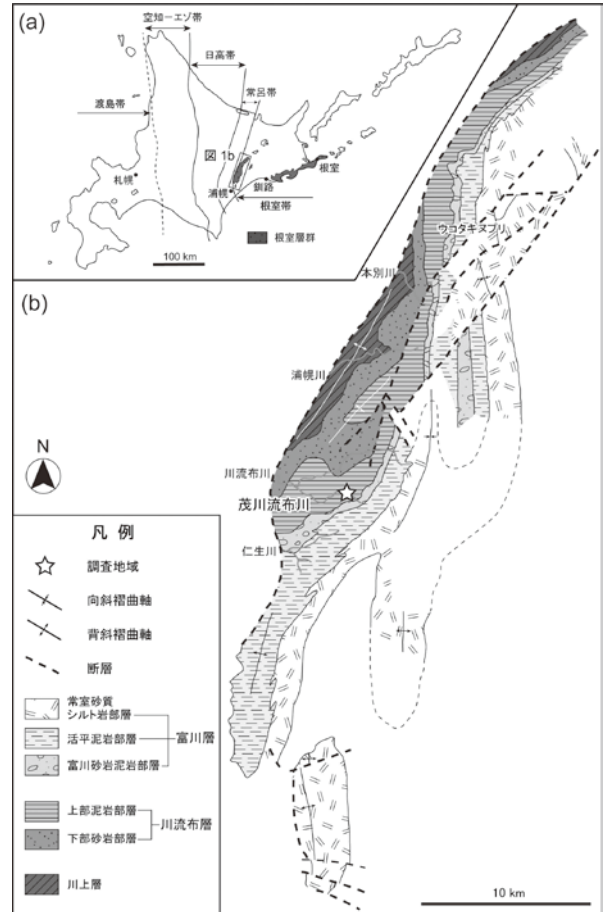


図1 a. 北海道の地帯区分図. Ueda (2016) を参考に作成. b. 白糠丘陵地域の地質図. 西嶋 (1964) および Kurihara *et al.* (2016) を参考に作成.



図2 茂川流布川の右岸沿いに露出するK/Pg境界の調査風景.

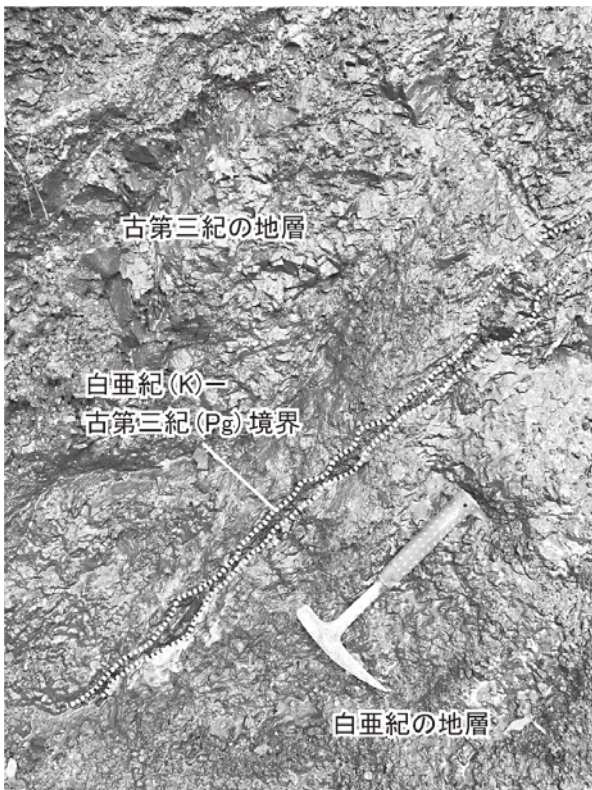


図3 K/Pg境界の露頭写真(左岸)。ハンマーの大きさは約28 cm.

K/Pg境界の剥ぎ取り標本の作製方法

K/Pg境界の剥ぎ取り標本の作製は、令和4(2022)年10月24日(月)～26日(水)の3日間の日程で実施した。作製方法は、添田ほか(2015)および石浜(2017b)を参考にした。地層の剥ぎ取り標本の作製に使用した代表的な道具は、表1にまとめてあるため参照された。

1 剥ぎ取りを実施する露頭面の選定

K/Pg境界は、茂川流布川の右岸と左岸の崖に好露出する。左岸の露頭は急傾斜であり、かつ大量の水が黒色粘土層から染み出しており、剥ぎ取り作業が困難と予想できたため、本研究では、右岸のなるべく平坦な面を剥ぎ取り位置に設定した。

2 剥ぎ取り面の整形

ハンマー、タガネ、刷毛、およびスコップを用いて、平滑になるように剥ぎ取り面を整えた。その後、剥ぎ取り面の水分量が少なかったため、霧吹きを用いて、水を噴霧した。これは、次の工程で塗付する接着剤であるウレタン系合成樹脂「トマックNS-10(三恒商事

株式会社)(以下、合成樹脂)」の硬化のためである。

3 合成樹脂の塗布・裏打ち材の貼り付け

水を噴霧した約30分後に、合成樹脂を刷毛で剥ぎ取り面に直接塗布した(図4a)。この際、塗りムラがないように丹念に作業した。なお、合成樹脂は有機溶剤のため、人体に直接触れないよう防護めがねやゴム手袋を着用し細心の注意を図った(図4a)。

合成樹脂が半乾きになった頃(約30分後)に、裏打ち材として「耐候性強化ポリプロピレン不織布(日本マタイ株式会社)(以下、不織布)」を貼り付けた(図4b)。不織布を貼り付けた後、その面に再度、合成樹脂を重ね塗りした(図5a)。この際、合成樹脂と不織布に隙間ができないように刷毛などで適度に叩き、空気を抜きながら、剥ぎ取り面の凹凸と一体化させ、剥ぎ取り面に定着していない部分には、不織布に釘を刺して固定させ、約4時間～半日放置し乾燥させた(図5b)。乾燥させている間に、K/Pg境界周辺の地質調査を実施した。

4 剥ぎ取り作業と補修用の岩石採取

合成樹脂を十分に乾燥させた後、剥ぎ取った後に層序の上下を判別できるよう、張り付けた不織布に油性マジックで目印を付けた。次に、不織布ごと剥ぎ取り面の岩石を慎重に剥ぎ取った。白亜紀および古第三紀の岩石(特に石灰岩の部分)は固結度が高く、剥ぎ取りが困難な部分が多かったため、ハンマー、ボールおよびタガネを用いて、慎重に作業を行った(図6)。このとき、次の剥ぎ取りを行うことも考慮し、できるだけ剥ぎ取り面を破壊しすぎないように注意した。なお、上記の作業を慎重に実施したものの、岩石が剥落してしまっ部分の数箇所存在したので、白亜紀、K/Pg境界、古第三紀の各層準から補修用の岩石を採取した。

表1 地層の剥ぎ取り標本の作製に使用した代表的な道具

名称		名称	
1	合成樹脂(トマックNS-10)	11	地質調査用ハンマー
2	裏打ち材(不織布)	12	タガネ
3	水	13	ボール
4	目盛り付き容器	14	スコップ
5	刷毛	15	バケツ
6	薄手のビニール手袋	16	シャベル
7	ゴム手袋	17	釘
8	マスク	18	コンベックス
9	簡易ゴーグル	19	油性マジック
10	霧吹き	20	大型ゴミ袋



図4 a. K/Pg境界の露頭表面に合成樹脂を塗布している様子。
b. 裏打ち材として不織布を貼り付けた様子。



図5 a. 不織布に合成樹脂を重ね塗りする様子。
b. 不織布に釘を刺して固定させ、乾燥させている様子。



図6 ハンマーやボールを用いて、慎重に剥ぎ取る様子。

K/Pg境界の剥ぎ取り標本の記載

この3日間で剥ぎ取った標本は、剥ぎ取り面の横幅約30 cm、縦幅約42 cmのサイズが3枚および横幅約42 cm、縦幅約60 cmのサイズが2枚の計5枚である。その中でも特に、図7aの地層の剥ぎ取り標本では、白亜紀層、K/Pg境界、および古第三紀層を構成する

黒色粘土、シルト岩、および石灰岩の全てを連続的にかつ綺麗に剥ぎ取ることができた。この標本の大きさは、横幅約30 cm、縦幅約46 cmである。図7aの剥ぎ取り標本から読み取った地質柱状図(図7b)によると、この剥ぎ取り標本の全層厚は約36 cmである。この層厚は本調査によって得られた走向・傾斜の値をもとに、真の厚さを再計算した。白亜紀の地層は、黒色

から灰色の極細粒～細粒のシルト岩であり、剥ぎ取った層厚は約14 cmである。白亜紀層の上には厚さ約5 cmの石灰岩がレンズ状に存在する。K/Pg境界は、粒子がほとんど見えない極細粒の黒色の粘土であり、剥ぎ取った層厚は約3 cmである。この黒色粘土の一部には小球粒状の黄鉄鉱が含まれていた。古第三紀の地層は、黒色から灰色の極細粒のシルト岩であり、剥ぎ取った層厚は約14 cmである。K/Pg境界の層準に近い古第三紀の地層は、黒色から灰色を呈し、下位の白亜紀やK/Pg境界の地層との岩相の区別が付きにくい。

本調査における剥ぎ取り技法の工夫と課題

1 合成樹脂の塗布・裏打ち材の貼り付け

合成樹脂の塗布の際、第四紀の比較的未固結な堆積物などを剥ぎ取る際には、合成樹脂とアセトン $1:1$ の割合で調合して使用する場合がある(添田ほか2015)。これは、合成樹脂をアセトンで希釈すると粘性が低くなり、剥ぎ取り面に浸透しやすくなることで、地層を厚く剥ぎ取るためである。しかし、今回の地層は固結度が高いこと、また剥ぎ取り面が微傾斜しており、合成樹脂が剥ぎ取り面に定着しないことを考慮して、希釈しなかった。

裏打ち材の貼り付けにおいて、当初、地層の剥ぎ取りで用いられる寒冷紗を使用したものの、今回の露頭面は岩石の凹凸が顕著であり、寒冷紗では剥ぎ取り面の定着が十分ではなかったため、岩石にフィットしやすく柔らかい不織布を裏打ち材に採用した。また、今回は固結した地層であり、竹串が刺さらなかったため、釘を用いて不織布を固定させた。

2 地層の剥ぎ取り

今回は、10月に剥ぎ取りを行ったため、日中の最高気温が約6度と低温であり、樹脂の乾燥に半日ほど時間がかかってしまった。また、今回の地層は固結度が高く、ハンマーやバールを用いて剥ぎ取ると、岩石がブロック状に剥ぎ取られ、剥ぎ取り面にムラができ、適切な厚さに調整することが難しかった。

また、24日から25日の夜間を通して半日間放置して乾燥させている間、小動物に荒らされた形跡があったため、それ以後、剥ぎ取り面をプラスチック製のかごでおおって対策した。原因を突き止めることは難しいが、おそらく合成樹脂が微かに芳香族系の甘い香りがするため、その匂いに近寄ってきたと考えられる。今後、剥ぎ取り標本を作製する季節や温湿度条件、動物への対策も考慮した上で実施していく必要がある。

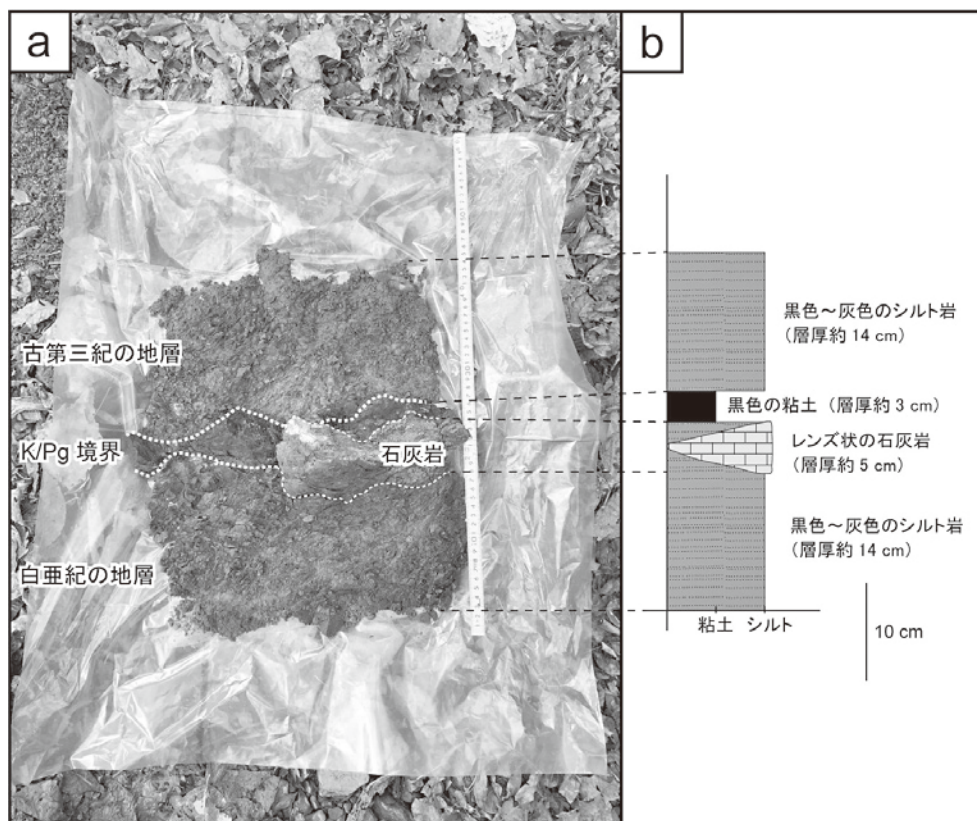


図7 a. 採取したK/Pg境界層の剥ぎ取り資料. b. K/Pg境界層の剥ぎ取り標本から読み取った詳細な地質柱状図.

おわりに

本研究では、一般的な地層の剥ぎ取り技法をもとに、固結度の高いK/Pg境界の剥ぎ取り方法を模索しながら試みた結果、K/Pg境界およびその上下の地層を綺麗に剥ぎ取ることができた。今後は、剥落した岩石の部分を補修用岩石で随時修正し、収蔵、展示およびその活用方法を模索していく。また、今回のように自然災害などの影響により、現地保存が困難な露頭が消失してしまうことを防ぐため、剥ぎ取り技法を用いた研究を継続して、標本の集積にも努めていきたい。

謝 辞

浦幌町のK/Pg境界の剥ぎ取りや地質調査の実施に際して、浦幌町立博物館の佐藤亘館長に便宜を図っていただいた。道有林における地質調査に関しては、北海道十勝総合振興局森林室の許可を得た。また、地層の剥ぎ取り標本の作製に際して、北海道博物館総務部総括グループ藤田竜太主査に大変お世話になった。地層の剥ぎ取りの技法や展示法に関しては、神奈川県生命・地球の星博物館の石浜佐栄子主任学芸員および西澤文勝学芸員にご教示していただいた。以上の方々に、ここに記して厚く御礼を申し上げる。なお本研究は、北海道博物館調査研究プロジェクト（石狩低地帯北部地域を中心とした新生代の古環境復元Ⅱ）を使用した。

引用文献

- Alvarez, L. W., Alvarez, W., Asaro, F. and Michel, H. V., 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science* 208:1095-1108.
- 石浜佐栄子, 2017a. 日本の自然史博物館における地層剥ぎ取り標本の収集・登録・保管・活用の現状について. 神奈川県立博物館調査研究報告(自然) 15:1-6.
- 石浜佐栄子, 2017b. 露頭の前状保存のための地層剥ぎ取り・型取り・切り取り技法について. 神奈川県立博物館調査研究報告(自然) 15:13-20.
- 西嶋 進, 1964. 北海道十勝・釧路国境地域の最上部白堊系の層序. 石油技術協会誌 29:93-99.
- 海保邦夫, 1992. 大量絶滅(用語解説). 地球科学 46:243-245.
- Kaiho, K. and Saito, T., 1986. Terminal Cretaceous Sedimentary Sequence recognized in the northernmost Japan based on Planktonic Foraminiferal Evidence. *Proceedings of the Japan Academy, Series B* 62:145-148.
- 君波和雄, 2010. 2. 3 前弧海盆堆積帯, 2. 3. 4C. 白糠丘陵地域の根室層群. 日本地質学会(編), 日本地方地質誌1「北海道地方」pp. 85. 朝倉書店, 東京.
- 栗原憲一, 2013. 北海道十勝郡浦幌町に分布する根室層群川流布累層中の白亜紀/古第三紀境界. 浦幌町立博物館紀要 13:25-30.
- Kurihara, K., Kano, M., Sawamura, H., and Sato, Y., 2016. The last surviving ammonoid at the end of the Cretaceous in the north Pacific region. *Paleontological Research* 20: 116-120.
- Montanari, A., Hay, R.L., Alvarez, W. *et al.*, 1983. Spheroids at the Cretaceous-Tertiary boundary are altered impact droplets of basaltic composition. *Geology* 11:668-671.
- Raup, D. M., 1982. Biogeographic extinction: a feasibility test. 190: pp 277-281. *In Geological implications of impacts of large asteroids and comets on the Earth.*
- Raup, D. M. and Sepkoski, J. J., Jr., 1982. Mass extinctions in the marine fossil record. *Science* 215:1501-1503.
- Schulte, P., Alegret, L., Arenillas, I. *et al.*, 2010. The Chicxulub Asteroid Impact and Mass Extinction at the Cretaceous-Paleogene Boundary. *Science* 327:1214-1218.
- Sepkoski, J. J. Jr., 1982. Mass extinctions in the Phanerozoic oceans: a review. 190: pp 283-289. *In Geological implications of impacts of large asteroids and comets on the Earth.*
- 添田雄二・西村裕一・中村有吾, 2015. 浦幌町で実施した地層剥ぎ取り標本の作製について. 浦幌町立博物館紀要 15:49-56.
- 田崎和江・新谷美智・矢野倉実・海保邦夫・野田修司, 1992. K-T境界における粘土鉱物の特異性とイリジウム. 粘土科学 32:86-96.
- Ueda, H., 2016, Hokkaido. pp 201-221. *In* Moreno, T., Wallis, S. R., Kojima, T. and Gibbons, W., eds., *The Geology of Japan*, Geological Society, London