

# 1. 周辺の地形・地質からみたナウマンゾウ化石産出地点の位置づけ

Geographical and geological features of the *Palaeoloxodon naumanni*-bearing site

廣瀬 亘\*・大津 直\*

Wataru Hirose and Sunao Ohtsu

## 1. 産出地点の地形・地質概要

ナウマンゾウ産出地点周辺は、北海道東部、十勝平野の南東縁付近の丘陵地に位置する。周辺の地形は、小起伏～大起伏丘陵から成る西半部と、海成段丘・河成段丘および沖積低地からなる東部～南部に大別される。西半部の小起伏～大起伏丘陵地は、頂部の標高60～200 m前後、谷底からの起伏量数十～120 m程度であり、ゆるやかな起伏となだらかな斜面およびそれらを深く下刻する河谷で特徴付けられる。沖積低地は、東部～南部の海岸沿い、生花苗沼・ホロカヤントウ沼などの海跡湖周辺、当縁川・生花苗川など主要河川沿いに分布する。面積の大半を蛇行河川、後背湿地および海跡湖が占め、海岸線沿いに比高数 m 程度の砂丘が発達する場合がある。

段丘地形は、海成段丘と河成段丘からなる。海成段丘は、地域東部～南部の大半を占める。地形的に明瞭な段丘は、4面認められる。上位から、Tm 1面、Tm 2面、Tm 3面、Tm 4面と呼ぶこととする(第1-1図)。

- ・Tm 1面：国道336号線付近に分布する。丘陵部の東端付近に分布し、この地域の最高位面である。面の開析は著しく進んでおり、標高80～90 m程度の狭小かつ斜面化の進んだ、定高性を持つ丘陵となっている。旧汀線高度は約90 mである。平川・小野(1974)の生花苗I面(OI面)、十勝団体研究会(1971)・山口ほか(2003)の晩成I面に相当する。形成年代に関する資料はないが、後述するように晩成周辺地域の海成段丘との高度比較や面の保存度からMIS 11と推定した。
- ・Tm 2面：Tm 1面よりやや下位に位置する段丘面である。面の開析は進んでいるが、現在の海岸線に向かってゆるやかに傾斜した平坦面がよく保存されている。ただし、開析により、比高数 m 程度の小起伏に富む。面の高度は標高50～65 m、旧汀線高度は約65 mである。ただし、標高55～60 m付近を境に、高度60～65 mと、高度50～55 m前後の開析度の類似した二つの面に分かれる可能性が残る。形成年代を直接示す根拠は得られておらず、地形の開析度や他の面との分布関係からMIS 9.3と推定した。平川・小野(1974)の生花苗II面(OII面)、十勝団体研究会(1971)・山口ほか(2003)の晩成II面に相当する。なお、ホロカヤントウの南側に分布する、平均高度

30～35 mの開析の進んだ平坦面(平川・小野(1974)の生花苗III面(OIII面)、十勝団体研究会(1971)・山口ほか(2003)の晩成III面および相保島面に相当する)は、面の高度変化がTm 2面から連続し、Tm 2に対比される可能性がある。

- ・Tm 3面：大樹町晩成2号周辺に広く分布する。旧汀線高度は23 m、面の平均高度は16～22 mで、ほぼ水平～現在の海岸線にむかっごく緩やかに傾斜する。形成年代を直接示す根拠は得られておらず、地形の開析度や後述するように他の段丘面との標高差や地形学的位置関係からMIS 7.3と推定した。平川・小野(1974)の生花苗III面(OIII面)および十勝団体研究会(1971)・山口ほか(2003)の相保島面に相当する。

大樹町晩成2号と晩成温泉間には、国土地理院の2万5千分の1地形図では現れていないが、標高約26 mの微高地が存在する。Tm 3面上の古砂丘、Tm 2面が著しく浸食された残丘などいくつかの可能性はあるが、ここでは仮にTm 3'面と呼んでおく。

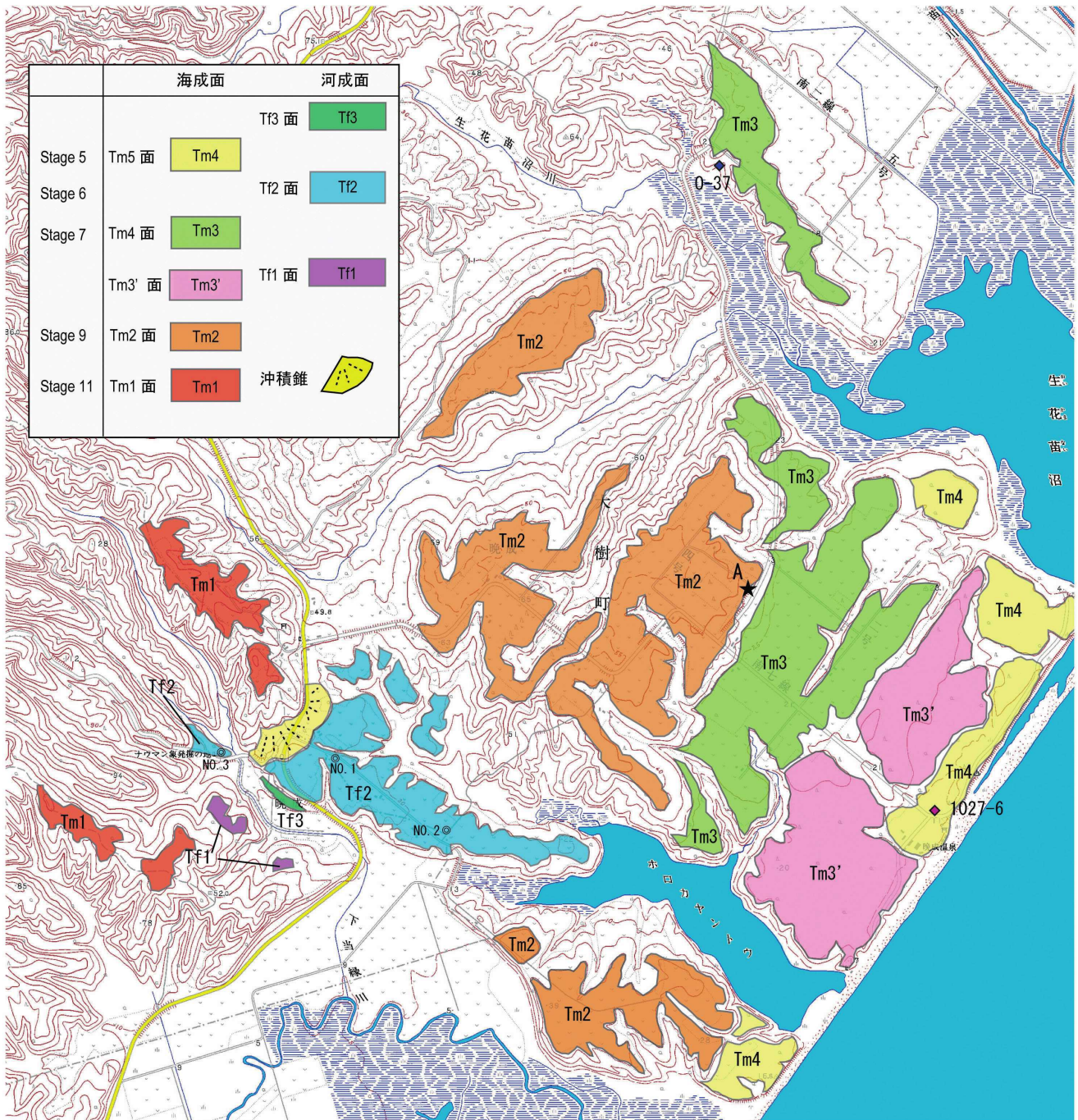
- ・Tm 4面：生花苗沼～晩成温泉付近の海岸線に沿って狭小に分布する。旧汀線高度は16 m、面の平均高度は12～14 mで、ほぼ水平ないしは現在の海岸線にむかっごく緩やかに傾斜する。中村・平川(2001)は、この面を比高が数 m 程度異なる2つの面に分け、低い方の面で海成砂層の直上にKc-Hbテフラに由来する火山ガラスを見いだしたことから、MIS 5eと推定した。平川・小野(1974)の生花苗IV面(OIV面)、十勝団体研究会(1971)・山口ほか(2003)の相保島面(およびホロカヤントウ面?)に相当する。

河成段丘は、下当縁川沿岸に小規模なものが2面(Tf 1面、Tf 2面)認められる。

- ・Tf 1面：ホロカヤントウ北西側で、下当縁川沿岸にごく狭小に分布する。標高50～60 m前後で、開析が進んでいる。
- ・Tf 2面：ホロカヤントウ北西側で、下当縁川沿岸に広く分布する。標高20～50 m前後で、後述するように現在の海岸線に向かってやや急傾斜することや、段丘堆積物の特徴から河成段丘と判断した。忠類産ナウマンゾウ化石は、後述するとおりこの面から産した。

\*北海道立地質研究所

Geological Survey of Hokkaido



第1-1図 ナウマンゾウ産出地点周辺の地形判読図。背景地図は国土地理院発行の数値地図25,000(地図画像)「帯広」「広尾」を使用。

## 2. ナウマンゾウ産出地点周辺の地質概要

ナウマンゾウ産出地点は、十勝平野南東部の豊頃丘陵の東翼部に位置する。豊頃丘陵は、南北性の背斜構造(豊頃ドーム)に関連して形成された。新第三系もまた南北方向に軸を持つ複背斜構造を成す。その東翼に位置するナウマンゾウ産出地点周辺では、新第三系は東へ20~60°程度傾く単斜構造を成しているため、西から東へ上位の地層が分布する。西部を成す小起伏~大起伏丘陵地は、新第三系の生花苗層および大樹層からなる。生花苗層(定義:根本ほか, 1933; 再定義:鬼塚, 1962)は、豊頃丘陵の東半部を広く構成する。級化成層の顕著なタービダイト性礫岩~砂岩・泥岩が卓越する

地域と、硬質頁岩および硬質泥岩が卓越する地域とに大別される。ナウマンゾウ産出地点周辺では、硬質頁岩・泥岩が卓越し、礫岩~砂岩を伴うようである。珪藻化石群集からは Yanagisawa and Akiba (1998) の *Thalassiosira yabei* 帯(11.5~10.0 Ma)に属し(渡辺, 1990 など)、中期中新世中期~後期に形成された地層である(山口ほか, 2003)。

大樹層(定義:根本・佐々, 1933; 再定義:鬼塚, 1962)は、ナウマンゾウ産出地点より東~南側の山地・丘陵部を構成する。下位の生花苗層からは整合漸移(一部は整合漸移)している。珪藻質~凝灰質で塊状のシルト岩からなり、凝灰岩を頻繁に挟む。珪藻化石群集からは Yanagisawa and Akiba (1998) の *Thalassiosira yabei* 帯~*Neodenticula*

*kamtschatica* 帯に属し、幅広い年代幅を示すものの、後期中新世～前期鮮新世に形成された地層と判断できる（山口ほか, 2003）。

更新統～完新統の堆積物は、海成段丘・河成段丘を構成する堆積物群と沖積層からなる。晩成I砂層（十勝団体研究会, 1971；山口ほか, 2003）は、生花苗層、大樹層を覆ってTm1面を構成する堆積物である。平行葉理～波長の大きな斜交層理の発達する礫混じり砂層からなる。砂は淘汰が良好であり、やや連続性の悪いシルト～火山灰質シルトをはさむ。貝殻片等は見いだせなかったが、層相からは海浜～沿海成層と推定される。上位を覆うはずのSpfa1など降下火山灰群・ローム層は、浸食によりほぼ失われている。Tm1面を構成することから、MIS11ないしそれ以前の海進期の堆積物と推定される。晩成砂礫層（十勝団体研究会, 1971；松井ほか, 1978；山口ほか, 2003）は、後述するTm2面で観察され、新第三系を覆う砂礫層である。雲母片を含まないことや、側方変化がやや顕著な砂礫層であることで、晩成I砂層と異なる（山口ほか, 2003）。堆積時期は、Tm2面の形成前と考えられる。Tm2面で晩成砂礫層を覆うはずのSpfa1など降下火山灰群・ローム層は浸食によりほぼ失われ、観察できなかった。山口ほか（2003）によれば、斜交葉理～平行葉理の発達する淘汰のよい砂礫層およびそれを覆うローム層から成るとされるが、晩成周辺での観察事例について記載はない。晩成砂礫層は、これらの面の堆積物が一括されたものである可能性が残る。当縁砂礫層（松井ほか, 1978）は、Tm3面およびTm4面で観察される。淘汰のよい海成～海浜成砂礫層から構成される。Tm4面堆積物は細礫まじり極粗粒砂～中粒砂とそれを覆うローム層・テフラ群から構成される。斜交層理の発達する、淘汰良好な海成砂層が主だが、レンズ状～チャネル状に下位を浸食する円礫層やシルト質のレンズなど側方連続性の悪い傾向も認められることから、海水準変動の過程において海浜性から一時的な海退期の河成へと変化する場で堆積した可能性がある。十勝団体研究会（1971）および山口ほか（2003）により相保島礫層と呼ばれたものに相当する。

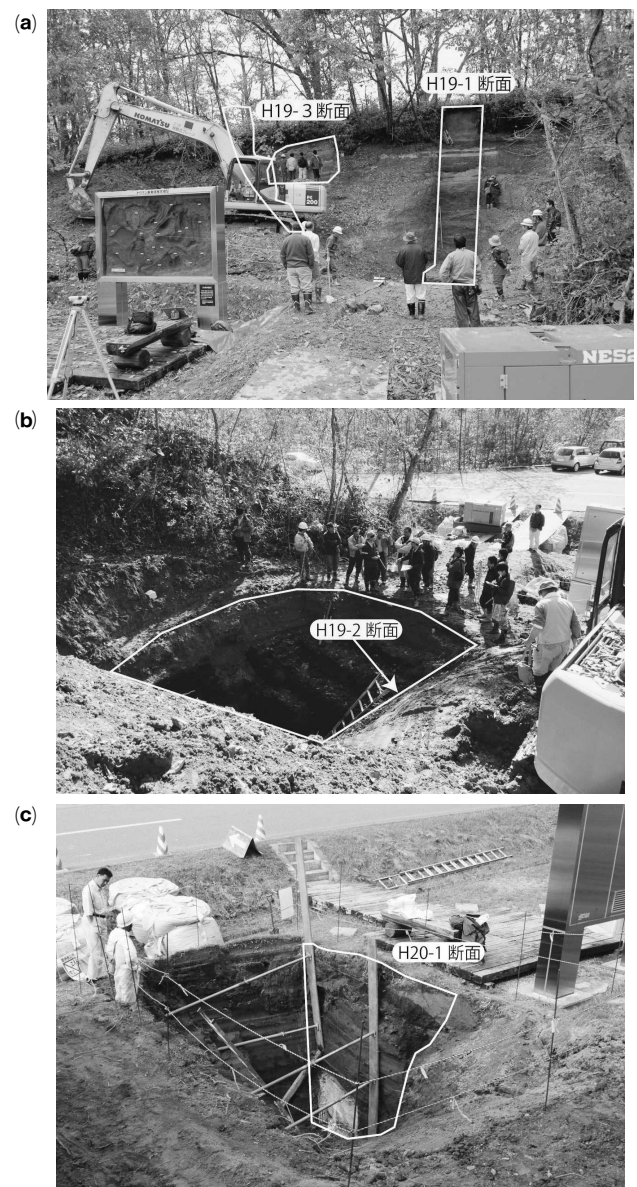
Tf2面堆積物についてはナウマンゾウ産出地点の地質記載において詳述する。Tf1面については未観察である。

### 3. ナウマンゾウ産出地点の地形地質状況

ナウマンゾウ産出地点は、下当縁川の上流部に位置する。地形的には、西側をしめる豊頃丘陵最南端の低起伏丘陵と、東側を占める海成段丘・河成段丘分布域の境界に位置している。産出地点は、新第三系生花苗層からなる丘陵地と、それを浸食し形成されたTf2面から構成される。生花苗層は地表露頭では観察されないが、小山内ほか（1971）により実施された地質ボーリングにより地表から深度約10.5m付近で同層の泥岩がとらえられている。

この地点では、主要なものだけでもこれまでに、第1次調査（1969年8月15～17日；10月9～12日；11月2～3日）、第2次調査（1970年6月27～7月3日）、第3次調査（1970年10月26日～11月1日）と3次にわたる地質調査

が行われている。今回は、これらの調査が行われた場所について、2007（平成19）年10月26～29日、2008（平成20）年8月9～10日の2度にわたり再度掘削を行った。2007年は、主としてナウマンゾウ産出層準およびその上位の地層群の垂直分布を追うことを目的として、産出地点東側の比高8mの露頭を掘削（忠類H19-1断面：第1-2図a）するとともに、露頭直下に約3mのトレンチを掘削し、ナウマンゾウ産出層準の水平変化を追跡した（忠類H19-2断面：第1-2図b）。また、赤松・奥村（1996）によりKc-Hbテフラが記載された北東壁面の崩土削削を行った（忠類H19-3断面：第1-2図a）。2008年は、ナウマンゾウ産出層準をさらに西側に追跡し、深さ3m、長さ約6mのトレンチを掘削した（忠類H20-1断面：第1-2図c）。



第1-2図 産出地点内での各柱状図作成位置。  
a：2007年調査におけるH19-1断面およびH19-3断面。b：2007年調査におけるH19-2断面（トレンチ）位置。c：2008年調査におけるH20-1断面（トレンチ）。北側のH19-2断面はすでに埋め戻し済み。

**(1) H 19-1 断面**

H 19-1 断面では、ナウマンゾウ産出地点の地表部から象埋没層準を超え、深度 11 m までの地質が観察された。2007～2008 年の調査で最も長い柱状セクションであり、十勝団体研究会 (1971) による観察断面をほぼカバーする。表層部から A 層 (表土)、B 層 (ローム層)、C 層 (泥炭・砂礫を挟在する砂～シルト層)、D 層 (角礫層)、E 層 (泥炭を挟在する砂礫～シルト層)、F 層 (巨礫層) からなる (第 1-3 図)。

A 層：層厚 60 cm。褐色～黒褐色の森林土からなる。腐植土は分解が進んでいる。地表から 25 cm に、層厚 4 cm の白色軽石層を挟在する。淘汰の極めて良好な降下軽石層であり、Ta-b テフラと推定される。

B 層：層厚 120 cm。黄褐色～赤帯黄褐色のローム層である。粘土～シルトサイズだが、下部では頻りに細粒砂～極細粒砂のレンズ (厚さ数 mm 程度) を挟むようになる。上面から下位 20 cm は赤みが強くクラックが入るもののやや粗粒で軟質であり、「ソフトローム」に相当する。その下位 18 cm はやや軟質で「ボール状ローム」に相当する。

C 層：層厚 330 cm。灰白色～黄白色シルトと黄褐色～淡褐色砂、砂礫層の互層であり、泥炭および腐植質シルト、火山灰を頻りに挟む。砂礫層は、礫支持～一部基質支持であり、粒径 1～5 cm 程度の亜角礫を主とする。上方細粒化を繰り返す 1 枚～複数枚の砂礫層から構成され、上部はしばしば斜交葉理の顕著な砂層へ移化する。水平方向の膨縮および下位層の削り込みがしばしば顕著である。また、レンズ状～層状の砂・シルトを頻りに挟む。亜角礫は生花苗層に由来する硬質頁岩および泥岩からなり、淘汰が不良であることや基質も硬質頁岩片および砂～泥と著しく不均質であることから、礫の給源はナウマンゾウ産出地点ごく近傍に分布する生花苗層と推定される。この砂礫層は十勝団体研究会 (1971) や山口ほか (2003) により、「相保島礫層」と呼ばれ、ナウマンゾウ産出地点付近では河成段丘である「相保島面」を構成するとされた。しかし、膨縮が激しく層厚も薄いことから、ここでは面の分布を規定する堆積物ではなく、河成段丘離水前後にもたらされたイベント堆積物とみなし、相保島礫層の名称は用いない。

砂層は淘汰良好～膨縮が顕著であり、下位層をチャンネル状に削り込む。上方細粒化の顕著な中粒～細粒砂ないし礫混じり極粗粒～中粒砂から成る。平行～斜交葉理が認められ、しばしば火山灰質である。また、硬質頁岩の細礫を交えることがある。

シルトは火山灰質であり、頻りに細粒～極細粒砂のレンズを挟在する。砂粒子は堆積岩ないし火山ガラス・軽鉱物・重鉱物からなり、鉱物は円磨されていない。泥炭も純度は低く、多量の砂～シルト粒子が混入するとともに、それらがレンズ状～層状に挟在される。

C 層には、頻りに火山灰およびその二次堆積物が挟在される。とくに本層の基底から上方 60 cm 付近には広域火山灰と推定される火山灰層が認められる。深度 431～436 cm の白色火山灰混じり細粒砂は、町田・新井 (2003) の Toya テフラに、深度 441～442 cm の桃帯白色細粒火山灰は Kc-

Hb (屈斜路～羽幌テフラ) に対比される。

D 層：シルト～砂を頻りに挟む砂礫層からなる。級化成層する複数の砂礫層からなり、単層はそれぞれ厚さ数 cm～10 cm 程度、最大で 50 cm 程度である。礫は、C 層中に挟在される砂礫と同様に硬質頁岩の角礫～亜角礫からなり、十勝平野の河成段丘堆積物に多量に含まれる花崗岩礫・変成岩礫は認められない。側方連続性にも乏しく、膨縮や粒径変化、下位層の削り込みが顕著である。明瞭な火山灰層および軽石は認められない。

E 層：砂礫層・砂層および、泥炭層から構成される。砂礫層・砂層は C 層・D 層と同じく、硬質頁岩の角礫およびその細粒相から成るが、砂礫層には円礫が含まれるようになる。泥炭層は E 層中には 3 枚認められる。上から層厚 30 cm、50 cm、30 cm であり、硬質頁岩礫や砂を多量に含んでいる。また、最上位の泥炭は、上位に重なる砂礫層にドーム状に注入している。十勝団体研究会 (1971) による第三泥炭層は、一番上と二番目の泥炭層に対比される。泥炭中には多量の円礫・亜角礫が含まれるとともに、泥炭には砂・シルト分が混入しないしレンズ状・パッチ状に挟在される。

F 層：断面の基底を成す。直径 15 cm 以上の巨礫を多量に含む砂礫層から構成される。最下位にわずかに露出するだけなので詳細は不明だが、砂・シルトなどはさみは少なく、淘汰の不良かつクラストサポートな円礫～亜角礫から成る。

なお、十勝団体研究会 (1971) や山口ほか (2003) は、Kc-Hb テフラ直下に第一泥炭、D 層中に第二泥炭、E 層中に第三泥炭層を記載している。しかし、本調査では、ナウマンゾウ産出層準である「第三泥炭層」は確認されたが、第一および第二泥炭は、連続性に乏しい泥炭薄層ないし有機質シルトとしてしか確認できなかった。

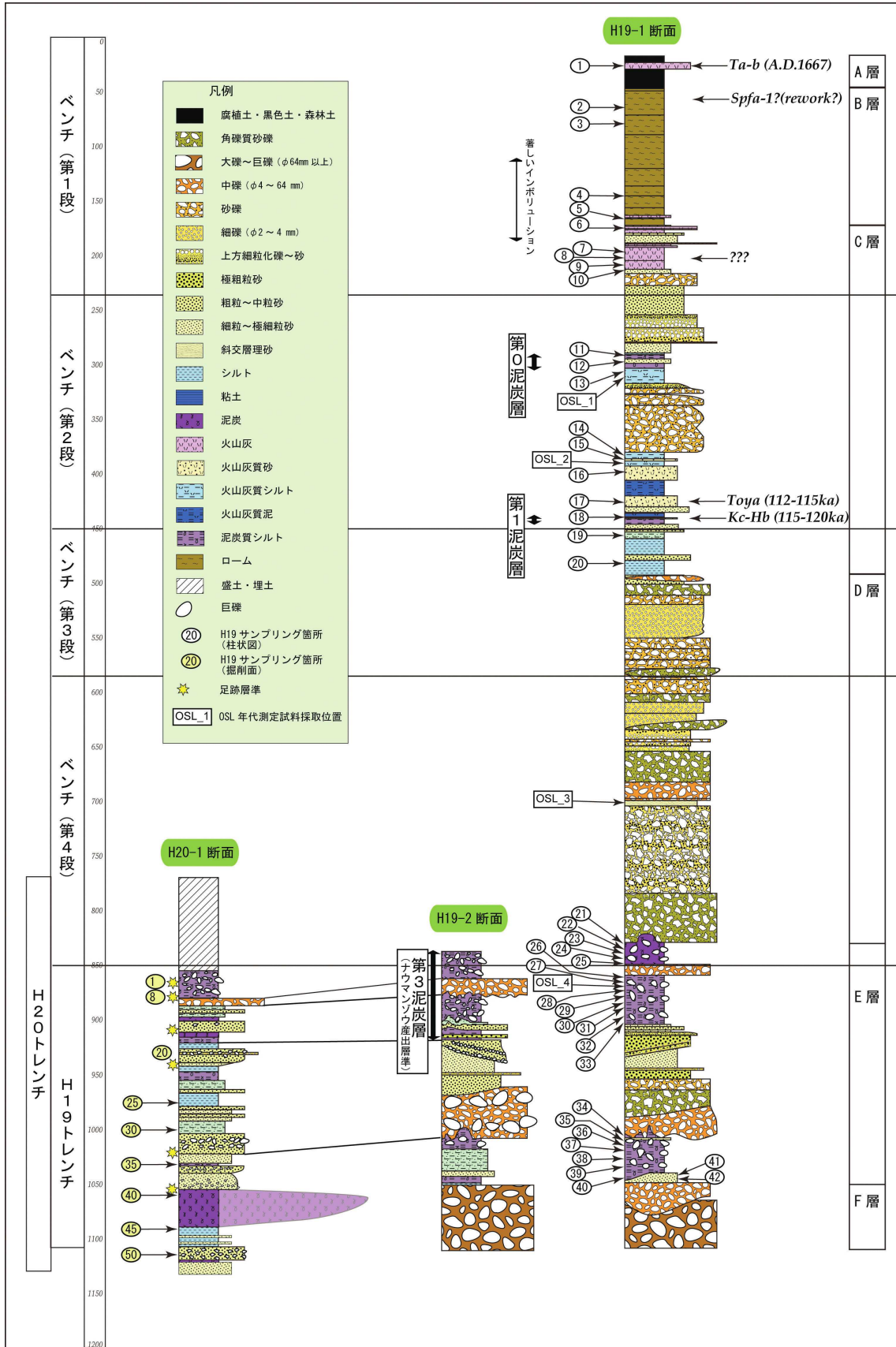
**(2) H 19-2 断面**

この断面は、H 19-1 断面直下に掘削された、深さ 3 m のトレンチ西壁面に相当する (第 1-3 図)。壁面には H 19-1 断面の E 層ないし F 層が露出し、層相もほぼ同じため、記載は省略する。

**(3) H 19-3 断面**

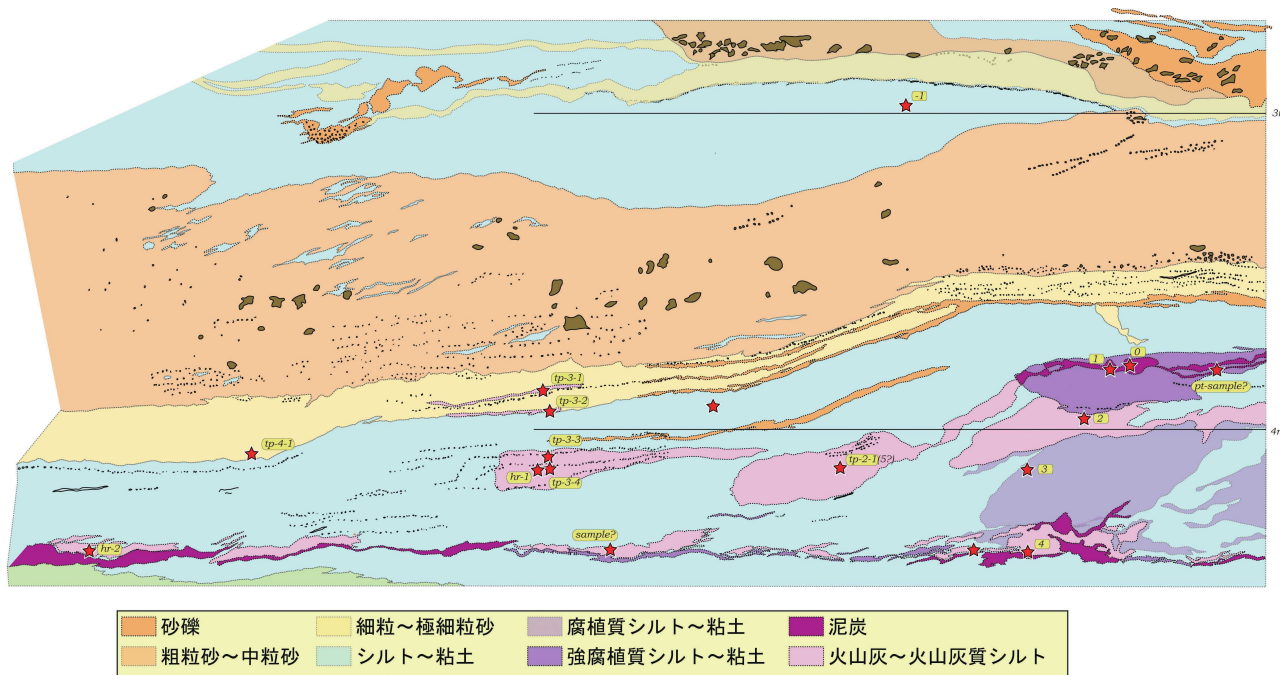
赤松・奥村 (1996) により広域テフラ Kc-Hb の産出が報告された地点である。H 19-1 断面の西側に連続する壁面であり、C 層に相当する砂礫層・砂層・シルト層および泥炭層が露出した。細粒相が卓越する下部と、粗粒相から成る上部に大別される (第 1-4 図)。

下部は泥炭および腐植質シルトを挟むシルト層から成る。シルト層は灰白色～黄帯灰白色であり、厚さ数 mm 以下の極細粒砂～中粒砂のレンズないし薄層を頻りに挟む。泥炭層は一般に連続性が悪く、多量のシルト～砂粒子が混入した泥炭質シルトとなっている。ただし、壁面の下部において、断続的ながらも側方へ連続する明瞭な泥炭薄層が認められる。紫帯黒色で、層厚は 1 cm～数 cm と膨縮が顕著である。その直上には白色のガラス質火山灰が認められる。層厚数 mm～5 cm 程度で、下位の泥炭同様に断続的かつ膨縮しな



第1-3図 H19-1, H19-2, H20-1断面について作成した地質柱状図。

地質断面は油圧ショベルにより斜面の覆土層を剥ぎ取り、傾斜70°~ほぼ垂直の断面を露出させた。調査の利便性と安全確保のため、地質断面に5段のペンチ（調査者がそこに立って作業できるように慣らした平坦面：第1-2図aの右側参照）を形成した。地質断面の頂部近傍に測量により仮基準点を設置し、高さ表記は仮基準点の高度をゼロとして深度方向に1mごとに水系を張り、それを基準として地質断面を作成した。なお、地質断面における地表面は、仮基準点より15cm下に位置している。



第1-4図 H 19-3断面の地質スケッチ.

がらも、側方へよく連続する。水平方向への変形により、この火山灰が見かけ上2枚認められることもある。火山ガラスの検討より、Kc-Hbに対比されることが確認された。その上位のシルト層中には、白色の火山ガラスに富む火山灰質シルトがパッチ状ないしレンズ状に複数挟在される。水平連続性に極めて乏しいが、下位の白色ガラス質火山灰層にくらべ火山ガラスが細粒で、有色鉱物に極めて乏しい傾向は認められる。火山ガラスの特徴から、Toya火山灰に対比される可能性がある。

上部は砂礫層および極粗粒～細粒砂で構成される。砂礫層は膨縮しつつも壁面全体で側方によく連続する。層厚40～60 cmであり、粒径数cm～十数cmの硬質頁岩の淘汰不良な角礫～亜角礫と、同質の基質から構成される。その上位および下位は極粗粒～細粒砂が分布する。細礫まじりで淘汰は悪く、膨縮が著しい。

H 19-1断面とH 19-3断面間の崩土を剥いで、両断面間の各地層の連続性の確認を試みたが、いずれの断面の地層も断面間でせん滅しており、直接の連続性を確認することはできなかった。ただ、H 19-3断面下部のシルト卓越層は、H 19-1断面の深度370～450 cm付近の泥炭を挟むシルト層に、上部の砂礫-砂層は深度300～370 cm付近の砂礫層に対比することは可能である。また、下部基底付近の薄い泥炭層は、断続的ながらもH 19-1断面のC層基底付近に認められる泥炭層へ繋がる。

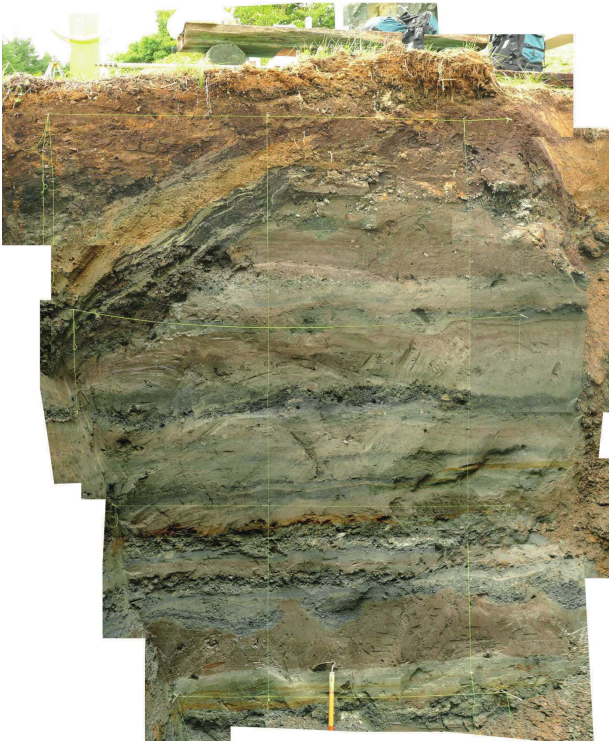
#### (4) H 20-1断面

この断面は、ナウマンゾウが産出した忠類道路寄りの地点の地質と、H 19-1～2断面との連続性を確認するために掘削された。掘削当初はH 19-2断面のトレンチと連続させることを目指したが、壁面整形の直前に壁面が崩壊したため、道

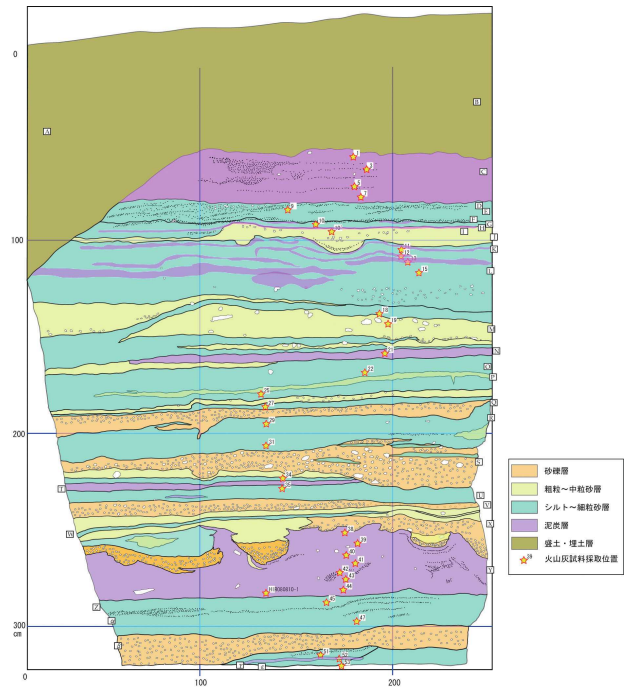
路寄りの深さ3.5 m、幅2.3 mの壁面を整形、スケッチおよび柱状図を作成した(第1-3図、第1-5図、第1-6図)。

この壁面では、盛土、H 19-1断面のE層にあたる部分が露出する。ただし、E層は細粒相が卓越する点で、H 19-1断面と大きく異なる。火山灰層は認められない。盛土層は、H 20-1断面頂部(760 cm:H 19-1断面頂部を0 cmとした場合)から、800～860 cmで観察される。枯死した草本類の破片、ビニール片、砂や礫、ブロック状の泥塊の乱雑な混合物からなり、下位層を斜めに掘込んだ断面を埋積している。最下部では、砂・シルト・火山灰・軽石からなる、成層した二次堆積物を伴う。E層は800(～860 cm)から基底(1140 cm)までで観察される。砂・シルト・泥炭(有機質シルト)の互層からなり、砂礫を伴う。砂・シルト層は層厚数cm程度のもので互層する。基底部で逆級化し上位で正級化する場合がある。淘汰はやや不良であり、砂層には細礫が、シルト層には細砂～中砂が多量に混入する傾向がある。泥炭層は、礫・砂・シルトが多く混合し、大半は有機質シルトに近いものである。泥炭の純度が低い点でH 19-1断面のE層に類似する。ただ、層厚は最大30 cmに達する1枚を除き、数cm～10 cm以下と薄く、同様に薄い砂・シルト層と細互層する点でH 19-1断面E層中の泥炭とは異なる。また、壁面崩壊直前の概略的な地質断面においても、これらの泥炭層は側方連続性が極めて悪く、H 19-1断面E層の泥炭と直接連続するものは認められなかった。

なお、この断面では、直径15～30 cm程度の凹状構造が多数認められた。それらは凹みの形成後に表流水による浸食や側壁の崩壊により形が不明瞭になっている場合が多いが、岡村(2010)で述べているようにゾウなど大型ほ乳類の足跡であると考えられる。



第1-5図 2008年調査におけるトレンチ北面の壁面（H 20-1断面）の写真。



第1-6図 2008年調査におけるトレンチ北面の壁面（H 20-1断面）のスケッチおよび試料採取位置。

4. 地下深部および周辺の地形地質状況から見た、産出地点の地質学的位置

2カ年にわたる調査により、ナウマンゾウ産出層準およびその上位・下位の地層について、その層相や側方連続性、包含される火山灰層について詳細な再観察を行うことができた。一方、周辺に広がる段丘面やそれを構成する地質に関しては、必ずしも十分な調査は行えていない。以下では、今回の調査および小山内ほか（1971）、五十嵐・熊野（1971）など既存資料を総合し、ナウマンゾウ産出層準およびその周辺の地形地質に関する検討を行う。

(1) ナウマンゾウ産出層準・地形面の年代

ナウマンゾウ産出地点は、下当縁川の中流部に位置している。空中写真判読からは、産出地点は下当縁川に沿って分布する河成段丘であるように見える。この点を地質の面から再検討してみる。

ナウマンゾウ産出地点からは、赤松ほか（1990）により、Kc-Hb テフラ（MIS 5d~5e）が報告された。本調査でも、Kc-Hb テフラを確認している。Kc-Hb テフラが確認された層準は、ナウマンゾウ産出層準であるE層上面よりも約400cm上位であり、その間にはD層の厚い亜角礫層が発達している。すなわち、現時点では、ナウマンゾウ産出層準は、Kc-Hb テフラの年代とされる11.5万年前以前に形成されたことは確実である。

H 19-1断面では、Kc-Hbを挟在するC層下部の火山灰質シルト～泥層（深度380～500cm）を境に、その上下で層相が大きく変化する。下位はD層・E層の砂礫層であり、

E層中には、ナウマンゾウを産出した「第三泥炭層」に対比される泥炭層（深度820～920cm付近）とその下位で深度1000～1050cm付近に認められる泥炭層が挟在される。H 19-1断面およびH 19-2断面では、2枚の泥炭の間には砂礫層が発達し、泥炭の下位から断面基底までは、粒径の大きな円礫主体の砂礫層が続く。それに対し、H 20-1断面では、大局的に見ると深度850～950cmと1050～1120cmの2つの泥炭ないし泥炭質シルト挟在層は存在するものの、それぞれ厚さ数cm～30cmと薄く、頻繁に細礫～シルト層を挟まないし細互層している。H 19-1・2断面で粒径の大きな砂礫層が発達する層準でも代わりに細礫～砂層の細互層が発達する。これらのことは、これら3断面で認められる泥炭層・砂礫～シルト層が、面的に広く追跡できるものではないことを示唆する。頻繁に流路が切り替わる小河川に面して、流路になったり放棄流路になったり後背湿地になったりという変化を繰り返していたのであろう。言い換えれば、これらの泥炭層・砂礫層やシルト層は局所的に発達したものであり、地域層序的な意味は薄いと考えるを得ない。

五十嵐（2010）では、H 19-1断面のE層中で認められた2枚の厚い礫混じり泥炭層について花粉分析を行っている。そして、第三泥炭層相当層（深度820～920cm付近）をCH-2（二葉マツ・冷温帯広葉樹混交林：現在にくらべやや温暖・湿潤）、その下位の泥炭層（深度1000～1050cm）をCH-1（コナラ・ブナなど冷温帯落葉広葉樹林・草本の旺盛な湿原：現在より温暖・湿潤）とし、CH-2を最終間氷期に対比した。地質および花粉層序からは、この泥炭層はMIS 5d以前の温暖期に形成されたかと推定され、最終間氷期に対比することに無理はない。一方、CH-1に対比される泥炭層

(深度 1000~1050 cm) からは, *Quercus* や *Fraxinus*, *Fagus* および草本類が産し, 小山内ほか (1971), 五十嵐・熊野 (1971) の *Cryptomeria-Fagus* 帯に対比されている。矢野 (1972) はナウマンゾウ産出地点近傍でブナの実を多産するかなり温暖な環境を示唆する第2露頭を確認している。CH-1 相当の泥炭層はブナ花粉を産することから, 第2露頭の層準に対比できる可能性は指摘できる。しかし, 第2露頭に関する詳細なデータが存在しないこと, CH-1 におけるブナ類の産出割合がそれほど高くない, また, 第2露頭で示唆されるかなり温暖な環境は最終間氷期以前の別の間氷期を示している可能性があるが, H 19-1 断面 E 層には地質学的に明瞭な不整合関係は認められない。現時点で第2露頭と CH-1 相当泥炭層を無理に対比することは危険と考える。

さらに下位の地質に関しては, 小山内ほか (1971) による, ボーリング調査報告がある。ナウマンゾウ産出地点でのボーリング調査 (No. 3 孔) によれば, 象産出層準の下位 1 m 付近に泥炭質粘土が挟在されるほかは, 礫混じり砂, 礫混じり粘土, シルト・砂混合層が厚さ 9 m にわたり卓越し, 基盤である新第三系生花苗層の泥岩を不整合関係で覆っている。詳細な地質記載が残されていないため検討は難しいながらも, ローム層や厚い古土壌など風成層を挟まず, 基本的には流水が関与する堆積場であったようである。淘汰不良で層相変化も激しいことが推察され, 小河川による谷埋め堆積物である可能性が高い。Tf 2 面を構成する主要な堆積物であり, これらの礫層の堆積年代は Tf 2 面の形成年代とみなすことができるが, 地質学的側面からこれらの厚い礫層の年代を絞り込むことは難しい。この問題は, 地形学的な検討による解決を試みることにする。

C 層より上位では, シルト・火山灰質シルト・砂・泥炭の互層中で, Kc-Hb およびその直上に Toya テフラ (MIS 5 d) が認められる。Kc-Hb テフラ直上数 cm~10 cm 程度に Toya テフラが認められる層位関係は北海道内では厚真や更別など多くの地域で認められており (北海道, 2005 など), 顕著な地層欠如は認められない。しかしその上位では Kt-6, Aso-4, Ssfa など, MIS 5 末~MIS 4 に相当する時期に降下し十勝平野南部で広く観察されるテフラ層を尽く欠き, その層準には角礫~粗粒砂層 (C 層中~上部) が発達する。この時期には, この地点には, 周辺の丘陵部に由来する粒径数 cm 程度の亜角礫を運搬可能な程度的小河川が流れ, 流路化や頻繁な氾濫によりテフラ群が失われたと想定される。ただし C 層において, テフラ層・砂礫~砂層を除いたローム層・ローム質シルト~粘土部分の層厚は 2 m 前後である。これは十勝平野南部において Kc-Hb~Toya より上位のローム層部の平均的な層厚である約 2.5 m と大差ない。すなわち, C 層堆積時における河川による浸食量は大きく見積もっても 1 m 程度ないしそれ以下であり, 地形を大きく改変するほどの河川浸食作用ではなかったと思われる。その上位の B 層には砂礫層・砂層とも認められず, 風成のローム層が堆積, その上位は Ta-b テフラを共在する森林土に覆われる。この時期には完全に離水し, 風成層の堆積場であったと思われる。

## (2) ナウマンゾウ産出地点付近の段丘地形の形成年代・成因検討

ナウマンゾウ産出地点付近には, 広く海成段丘面が発達する。これらの段丘面の形成年代を確定させることは, 象化石産出地点の地形地質の形成過程・形成年代を決定させる上で重要な意味を持つ。以下では, 既存の地形資料に関する問題点を検証したうえで, 周辺の地形面に関する検討を行う。

### 1) 紙・デジタル地形データの再検討

現地地形調査を行った際およびその後の解析過程で, 調査で利用していた国土地理院の 2 万 5 千分の 1 地形図が必ずしも現地の地形を正しく反映していない可能性が浮上した。このため, まずこの地域に関する各種地形データを評価し, その上で各地形面について論じることとする。

この地域において最も広く発達する段丘面は, 南 7 線道路から晩成温泉直前まで発達する Tm 3 面である。この面は, 国土地理院の 2 万 5 千分の 1 地形図「晩成」では, 南 7 線沿いに南東へ海岸線まで平坦ないし緩やかに高度を下げる段丘面として現れている。しかし, 実際に南 7 線の地点 A から海側を眺めると, 晩成温泉の手前が比高数 m~10 m 弱の高まりとなっていることがわかる (第 1-7 図)。平成 21 年時点で公表されている各種数値地形図を処理し, 地形段彩図 (北海道, 2005) を作成した (第 1-8 図)。この図は, 地形図の等高線について標高 0~300 m 区間では 10 m ごとに色を (赤・黄・青など), 1 m ごとに各色の彩度を変化させ, 標高 300 m 以上ではしだいにその間隔を広げることで, 近接する地形の絶対高度, 相対高度, 地形の形状や傾斜パターンを比較検討しやすく工夫した表現形態である。

この地域については, 精度や生成方法の異なる以下の DEM ないし DSM が存在する。国土地理院の 2 万 5 千分の 1 地形図の等高線を元に生成された DEM である「数値地図 50 m メッシュ (標高): 以下, GSI 50 m メッシュ」, 「基盤地図情報 10 m メッシュ (標高): 以下, GSI 10 m メッシュ」, スペースシャトルによるミッションで行われた SAR による観測で得られた 90 m メッシュ相当の DSM である「SRTM-3」, ASTER プロジェクトで得られた 30 m メッシュ相当の DSM「ASTER GDEM」の 4 種である。

GSI 50 m メッシュでは, 当然ながら, ほぼ等高線と同様の形状で地形が表現されていることがわかる。GSI 10 m メッシュでは, 特に平坦な箇所において, 機械的に生成された TIN を反映した楔状の異常地形が目立つものの, 傾向は GSI 50 m メッシュと同様である。一方, 実測の DSM である SRTM および ASTER GDEM では, GSI メッシュと大きく異なる結果が得られた。この 2 つの DSM では, いずれも晩成温泉の内陸側に比高数 m 程度の丘状の高まりが認められる。DSM から得られた結果は, 空中写真判読図で表された地形面分布パターンとほぼ一致する。また, (晩成温泉海岸付近の高まりの平均的標高)-(南 7 号付近の Tm 3 面の平均的標高)=数 m 程度だが, GSI 10 m メッシュでは -4 m, GSI 50 m メッシュで -3 m, SRTM では 5 m, ASTER GDEM では 20 m となる (第 1-9 図)。等高線のパターンを見ると, SRTM は明瞭な沢地形や尾根の位置は誤差数 m 程度で地形図と一致しているが, ASTER GDEM



では沢地形・やせ尾根状地形で等高線との不一致が著しく、小規模な谷地形を表現できていない事例が多い。

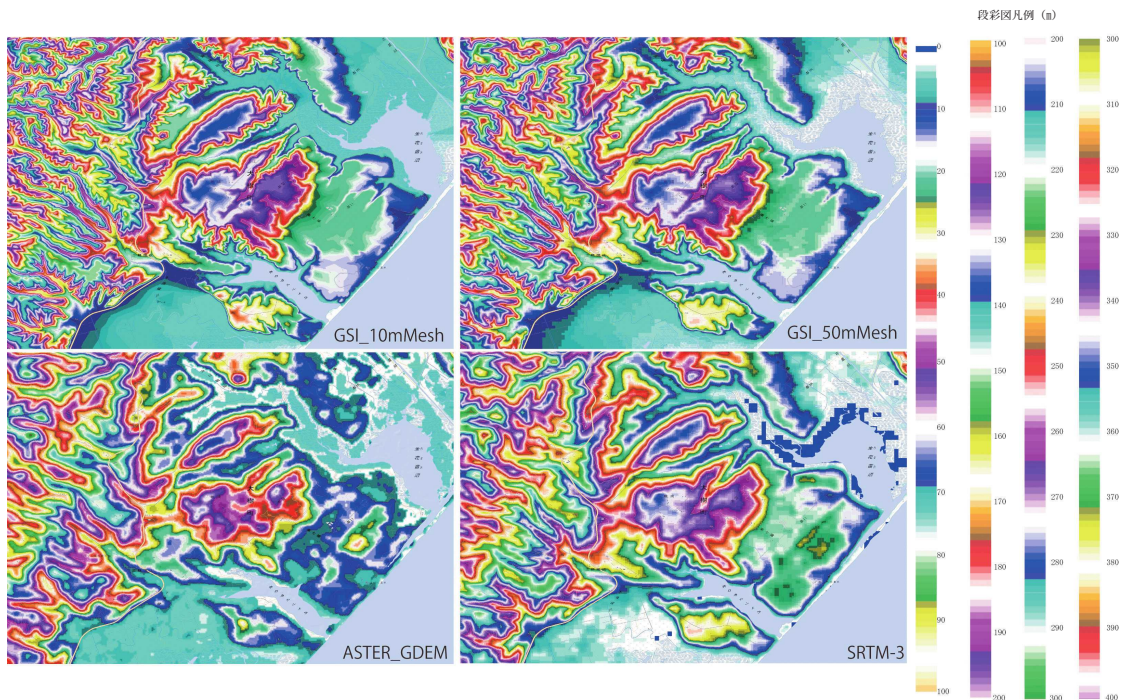
一方、標高の絶対値を見ると、ホロカヤントウ南側の段丘面に位置する四等三角点「晩成農場」(標高 36.67 m) は、GSI 10 m メッシュでは 36 m、GSI 50 m メッシュでは 31 m、SRTM では 29 m、ASTER GDEM では 12 m となる。また、ナウマンゾウ産出地点が位置する段丘面の頂部標高は 43 m だが、GSI 10 m メッシュでは 40 m、GSI 50 m メッシュでは 40 m、SRTM では 41 m、ASTER GDEM では 36 m となる。ASTER GDEM は地形が平坦であっても起伏があっても、標高絶対値が国土地理院の基準点と数 m ~ 十数 m 異なる場合が多い。これに対し SRTM では、地形的にやや急峻な地点では標高値に 4~8 m 程度の誤差が生

ずるが、平坦な地形では誤差は 2~3 m 以下で収まる傾向がある。

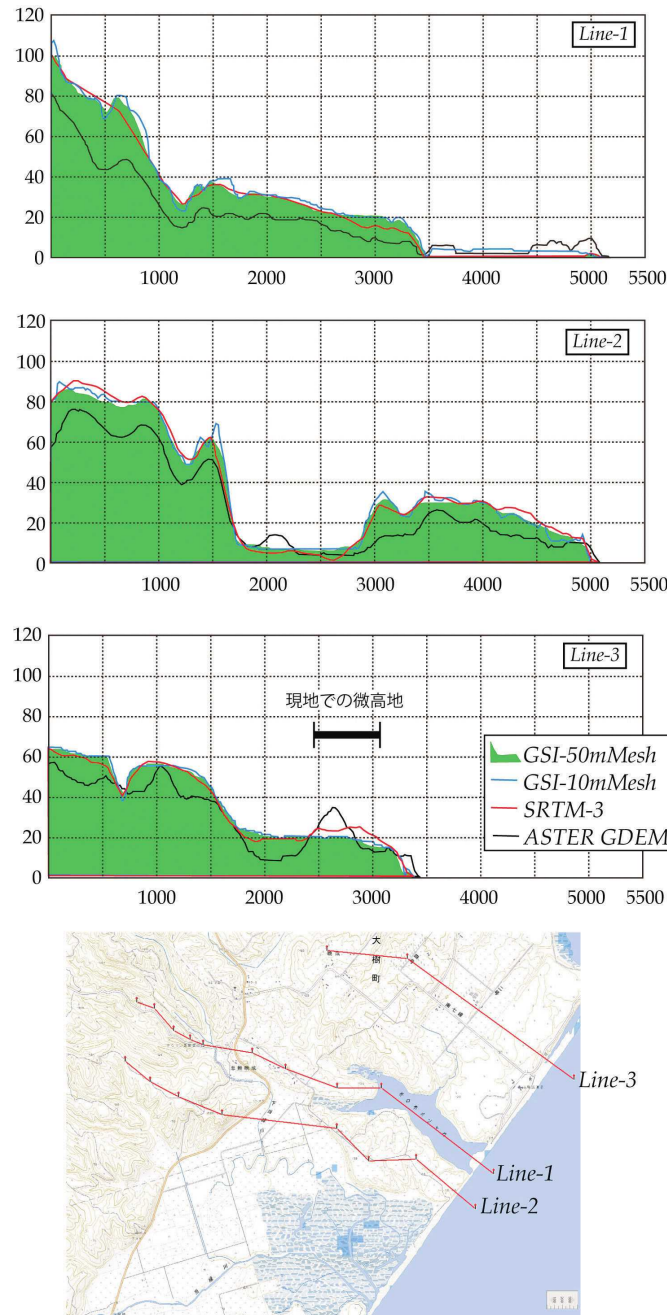
これらをまとめると、GSI 50 m、10 m メッシュは地形図を忠実に反映するものの、それゆえに地形図と実際の地形が食い違う場所では地形を正しく反映しない。ASTER GDEM は実測だが特に標高方向の誤差が大きく、谷・尾根などの起伏を表現しきれていない場合が多い。SRTM-3 は、起伏の大きな地形では標高の絶対値に数 m 程度の誤差が生ずるが、段丘面など比較的平坦な地形では、実測であるが故に国土地理院地形図よりも地形を正しく反映している場合があるようである。これらから、以下の検討では、国土地理院 50 m メッシュをベースに、地形図に問題がある地点では SRTM による結果を併わせて進めることとする。



第 1-7 図 地点 A (図 1) より晩成温泉方向へ撮影した地形写真。手前の牧草地より奥側(海側)が数 m~10 m 程度高まる。



第 1-8 図 各種数値地形モデルより作成した地形段彩図。

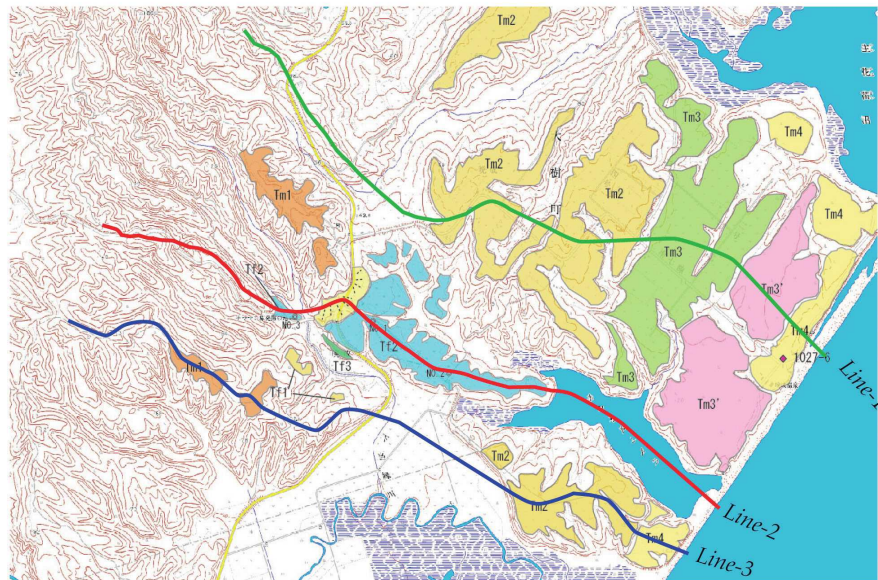
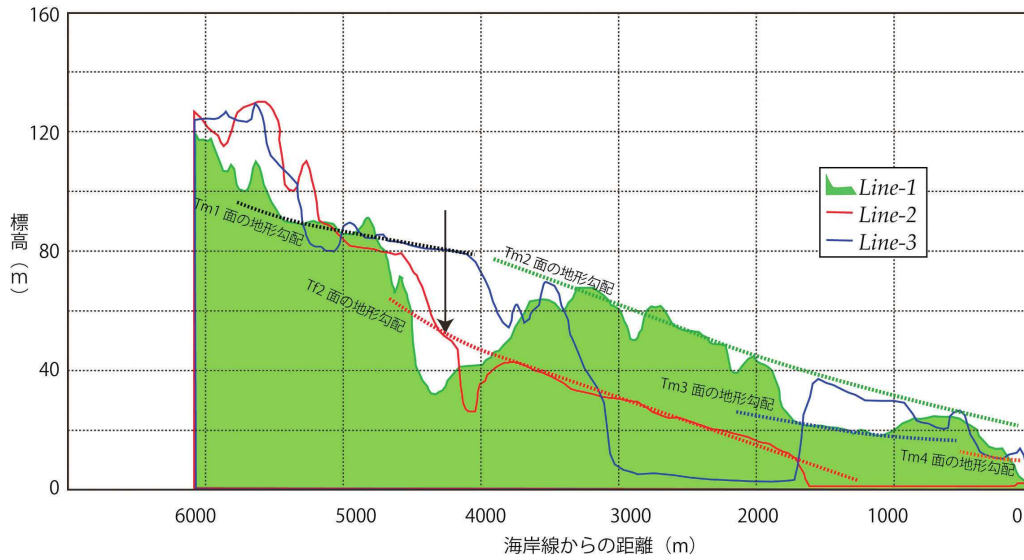


第 1-9 図 ナウマンゾウ産出地点周辺の地形断面線および各種数値地形モデルより作成した地形断面図。

## 2) 段丘地形の再解釈

晩成地区について、海成・河成段丘面の保存が比較的良好な箇所を選んで、3本の投影断面を作成した(第1-10図)。投影断面で最も注目すべきことは、ホロカヤントウ北西側の細長い段丘面(Tf 2面)がTm 3面より標高が低いにも関わらず勾配が急なことである。明らかな海成面であるTm 2面、Tm 3面などが平坦であることを考慮すると、Tf 2面は初生的にある程度の勾配を有した堆積場で形成されたと考えるべきである。さらに、Tf 2面を構成する堆積物は淘汰不良かつ連続性に乏しい砂礫層・砂〜シルト層である。Tf 2面が河成段丘であることは明らかである。ナウマンゾウの包含層がMIS 5e (5d)ないしそれより古いこと、Tf 2面の堆積物中には海成堆積物は見いだせないことを考慮すれば、

Tf 2面はMIS 6の海進低下期に形成された河成段丘である可能性が高い。ただし、MIS 5e (5d)直前にも頻繁に流路化する環境がTf 2面堆積物には想定されることから、Tf 2面はMIS 6に形成が開始し、MIS 5e (5d)直前まで離水を免れていたと考えられる。Tf 2面をMIS 6〜5初頭とすれば、Tf 2面に数m〜10m程度下刻される海成面であるTm 3は無理なくMIS 7に対比される。Tm 2面MIS 9、Tm 1面をMIS 11と仮定すると、年代と旧汀線高度には線形関係が認められることも、この海成段丘面の年代推定を支持している。Tm 3面は、海成段丘アトラスなどで推定されたMIS 5eではなく、MIS 7の段丘面と考えたほうが合理的である。



第1-10図 ナウマンゾウ産出地点周辺の地形判読図。  
 各種数値地形モデルより作成した地形断面図および各地形面の想定地形勾配。背景地図は国土地理院発行の数値地図25,000分の1(地図画像)「帯広」「広尾」を使用。

5. ナウマンゾウ産出地点の地形地質発達史

以上のデータをもとに、ナウマンゾウ産出地点周辺の地史について述べる。

この地域では MIS 11, MIS 9 および MIS 7 の海進により、新第三系を覆う膨大な海成砂層が堆積していた。しかし、太平洋沿岸の広域的な隆起に伴い、海進による海水の侵入域は次第に太平洋側へ後退していく。MIS 6 になると、MIS 7 の海成段丘面が下当縁川により下刻され、小さな谷地形が形成される。地質的に軟質な新第三系生花苗層の硬質頁岩・シルト岩は氷期には膨大な岩屑を生み出し、それらは淘汰不良な角礫となって豊頃丘陵周辺に供給され、丘陵周辺の谷地形を埋積した。MIS 6 の後半になると海水準は再び上昇し始め、それとともに河川勾配は次第に緩やかになる。それとともに

に、下当縁川沿岸の谷地形の埋積はさらに進み、狭いながらも低湿地化、その中を頻りに流路が切り替わる小河川が流れるようになる。しかし周辺の丘陵には生花苗層起源の膨大な不安定土砂が残留しており、降雨のたびにそれらは低湿地に流入、流路から離れ後背湿地化すると泥炭の堆積場となるため、泥炭・シルトと砂礫～砂が乱雑に混じり合う岩相を形成した。こうした傾向は MIS 5e 頃には最も顕著となり、現在とほぼ同様な温暖な環境の中、ナウマンゾウが低湿地を往来し、足跡を多数残したのであろう。MIS 5d になると、海水準は再び低下する。丘陵の中に形成された低湿地では再び下刻が顕著となり、象化石産出地点は次第に離水する。太平洋岸一帯の広域的な隆起傾向もあり、この地点は流路から完全に隔離される。周辺の丘陵地からの土砂流入も次第に減少し、象産出地点は現在の河成段丘となったと考えられる。

引用文献

- 赤松守雄・奥村晃史, 1996, 十勝平野忠類におけるナウマン象化石産出地点. 日本第四紀学会編「第四紀露頭集—日本のテフラ」, 119.
- 赤松守雄・山田悟郎・渡邊真人・江郷雅樹・奥村晃史, 1990, 北海道忠類村ナウマン象の包含層年代と古植生. 日本地質学会北海道支部, 創刊号, 37-40.
- 平川一臣・小野有五, 1974, 十勝平野の地形発達史. 地理学評論, 47, 607-632.
- 北海道, 2005, 北海道活断層図 No. 5 十勝平野断層帯: 活断層図とその解説. 北海道立地質研究所, 136p.
- 五十嵐八枝子・熊野純男, 1971, ホロカヤントウ層の花粉分析による分帯. 北海道開拓記念館研究報告, 1, 63-70.
- 五十嵐八枝子, 2010, 忠類ナウマンゾウ化石産出露頭の花化石から見た十勝地域の古環境変遷. 化石研究会特別号, no.4, 53-59.
- 町田 洋・新井房雄, 2003, 新編 火山灰アトラス—日本列島とその周辺—. 東京大学出版会, 336p.
- 松井 愈・川添 熙・松沢逸巳・笹島征士郎・佐藤博之, 1978, 十勝平野の中期更新世以降の地形と地質 F.太平洋岸地域. 地団研専報「十勝平野」, no.22, 181-185.
- 根本忠寛・佐々保雄, 1933, 10万分の1地質図幅「大樹」及び説明書. 北海道地質調査会報告, 2, 20p.
- 根本忠寛・大石三郎・渡辺武男, 1933, 10万分の1地質図幅「帯広」及び説明書. 北海道地質調査会報告, 3, 36p.
- 中村有吾・平川一臣, 2001, 十勝平野南部における酸素同位体比ステージ5, 7, 9のテフラ. 第四紀研究, 40, 373-384.
- 岡村喜明, 2010, ナウマンゾウ化石産出地点の足跡化石. 化石研究会特別号, no.4, 71-74.
- 鬼塚 貞, 1962, 北海道十勝平野地域の石油地質学的研究. 石油技術協会誌, 27, 383-406.
- 小山内熙・三谷勝利・魚住 悟・松波武雄・中村定男・重山 武, 1971, ナウマン象化石第三次発掘調査研究報告 忠類における象化石包含層の地質. 北海道開拓記念館研究報告, no.1, 53-62.
- 十勝団体研究会, 1971, ナウマン象化石第二次発掘調査研究報告 ナウマン象化石産出地付近の地質概要および化石包含層の特性. 北海道開拓記念館研究報告, no.1, 16-26.
- 渡辺真人, 1990, 豊頃丘陵新第三系珪藻質泥岩中の hiatus とスランプ堆積物. 日本地質学会第97年学術大会講演要旨, 169.
- 山口昇一・佐藤博之・松井 愈, 2003, 忠類地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 68p.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F., 1998, Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. Journal of the Geological Society of Japan, 104, 395-414.
- 矢野牧夫, 1972, 北海道十勝平野における象化石包含層の植物遺体について. 地球科学, 26, 12-18.