大規模火砕流分布図 No. 5
DISTRIBUTION MAP OF LARGE-VOLUME IGNIMBRITES IN JAPAN No. 5

洞爺カルデラ洞爺火砕流堆積物分布図
説 明 書

EXPLANATORY TEXT
OF
DISTRIBUTION MAP OF TOYA IGNIMBRITE AND ASSOCIATED DEPOSITS, TOYA CALDERA, JAPAN

1:250,000

宝田晋治・中川光弘・宮坂瑞穂・後藤芳彦・金田泰明

TAKARADA Shinji, NAKAGAWA Mitsuhiro, AMMA-MIYASAKA Mizuho,
GOTO Yoshihiko and KANEDA Yasuaki



令和 7 年
2025

産総研 地質調査総合センター
GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST

目 次

第 1 章　はじめに …… 1
第 2 章　洞爺カルデラと洞爺噴火の概要 …… 1
2. 1　洞爺カルデラの活動史 …… 1
2. 2　洞爺噴火の推移 …… 2
2. 3　洞爺噴火噴出物の本質物 …… 4
第 3 章　洞爺火砕流堆積物 …… 4
3. 1　分布 …… 4
3. 2　堆積物上面高度分布 …… 6
3. 3　層厚分布 …… 6
3. 4　軽石と石質岩片の最大粒径 …… 6
3. 5　軽石長軸配列方向 ……12
3. 6　降下火砕物分布図 ……12
第 4 章　洞爺火山灰・洞爺火砕流堆積物の復元分布と噴出量推定 ……12
4. 1　洞爺火山灰の体積の見積もり ……12
4. 2　洞爺火砕流堆積物の体積の見積もり ……12
4. 3　洞爺噴火の総噴出物量の見積もり ……12
出典・謝辞……12
引用文献……16
Abstract ……19
付図…… 20–25

図 表 目 次

第 1 図　洞爺カルデラとその周辺の火山噴出物分布 …… 2
第 2 図　洞爺カルデラ南方，長流川流域における洞爺カルデラ火山噴出物の模式層序…… 3
第 3 図　洞爺火砕流堆積物の分布 …… 5
第 4 図　洞爺火砕流堆積物の上面高度分布 …… 7
第 5 図　洞爺火砕流堆積物の層厚分布（単位：m）…… 8
第 6 図　洞爺火砕流堆積物に含まれる軽石の最大粒径分布 ……10
第 7 図　洞爺火砕流堆積物に含まれる石質岩片の最大粒径分布……11
第 8 図　洞爺火砕流堆積物中の軽石の長軸配列方向 ……13
第 9 図　洞爺火山灰の等層厚線図 ……14
第10図　洞爺火砕流堆積物の復元分布図と 5 km メッシュ毎の平均層厚 ……15

第 1 表　洞爺火砕流堆積物層データ …… 9

付図 1　洞爺火砕流堆積物の産状 ……20
付図 2　洞爺火砕流堆積物下部の産状 ……21
付図 3　洞爺火砕流堆積物の近傍相 ……22
付図 4　洞爺火砕流堆積物の遠方相 ……23
付図 5　洞爺火砕流堆積物，喜茂別火砕流堆積物，支笏火砕流堆積物の産状 ……24
付図 6　洞爺火山灰の遠方相 ……25

洞爺カルデラ洞爺火砕流堆積物分布図　説明書

宝田晋治 *・中川光弘 **・宮坂瑞穂 **・後藤芳彦 ***・金田泰明 *,****,*****

第1章　はじめに

北海道南部にある洞爺カルデラにおける洞爺噴火は，後期更新世以降に我が国で発生した大規模火砕流噴火の一つである(町田・新井，2003)．この噴火により径14×13 kmの洞爺カルデラが形成されたと考えられ，噴出した洞爺火砕流堆積物は北海道の道央地域西部に広く分布している．本報告では，野外地質調査と既存文献調査に基づき，洞爺火砕流堆積物の現存分布範囲，上面高度，層厚，最大軽石粒径，軽石長軸配列方向の分布をまとめるとともに，復元した火砕流堆積物の分布及び推定される噴出量を示す．

なお本報告では，洞爺火砕流を噴出した一連の噴火の呼称を，噴出物の中で最大の体積を占める洞爺火砕流堆積物の名称を用いて，洞爺噴火と呼称する．

第2章　洞爺カルデラと洞爺噴火の概要

2.1　洞爺カルデラの活動史

洞爺カルデラは，北海道南西部に広がる“支笏—洞爺火山地域”(中川ほか，2018：第1図)を構成する大型カルデラである．この火山地域には，洞爺カルデラ以外にも支笏・倶多楽カルデラや羊蹄山などの成層火山などが分布している(第1図)．鮮新世～更新世中頃にかけて広範囲に安山岩マグマの火成活動が発生した．その後，約13万年前から洞爺カルデラの活動が開始し，次いで倶多楽，尻別，支笏，羊蹄の活動が続いた(例えば，Amma-Miyasaka *et al.*, 2020)．

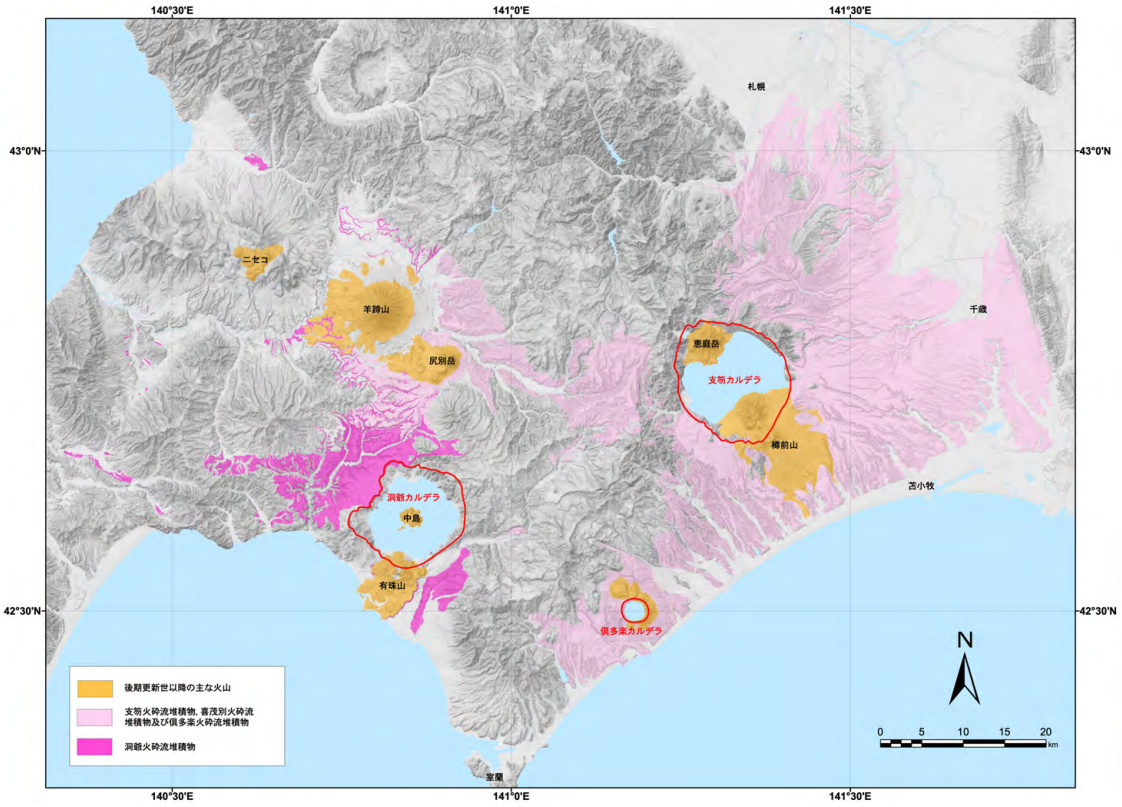
洞爺カルデラの基盤は，新第三紀の変質安山岩及び輝石安山岩などからなり，洞爺カルデラの周辺に広く分布している(土居ほか，1952；太田，1956；石田ほか，1983)．洞爺カルデラの基盤には，更新世初期頃に噴出した流紋岩質の壮瞥火砕流や滝ノ上火砕流が含まれる(曽屋ほか，2007)．また，長流川東岸には礫，砂，泥からなる上長和層も分布している(曽屋ほか，2007)．

洞爺カルデラの火山活動では，後期更新世初頭に，長流川火砕流(約125～120 ka；町田ほか，1987；町田・山縣，1996；町田・新井，2003)が発生している(付図1)．その後，109±3 kaに，この火山最大(VEI (噴火爆発強度指数；Newhall and Self，1982) 7クラス)の洞爺火砕流が発生しており，堆積物が周辺地域を広く覆っている(第1図，付図1)．また，火砕流に伴って発生した降下テフラである洞爺火山灰が北海道南部から東北地方，周辺海域等に広く分布している(町田ほか，1987)．

洞爺火砕流を発生した洞爺噴火は，洞爺カルデラで発生した最大規模の噴火である(町田・新井, 2003；Goto *et al.*, 2018)．洞爺火砕流堆積物の放射年代値としては，奥村・寒川(1984)によるジルコンのフィッショントラック(FT)年代値0.13±0.03 Ma，高島ほか(1992)による石英の熱ルミネッセンス(TL)年代値0.103～0.134 Ma，鴈澤ほか(2007)による石英のSAR (単試料再現法) –RTL (赤色熱ルミネッセンス)年代値113～132 ka，Ganzawa and Ike (2011)による石英のSAR–RTL年代値104～118 kaの年代値等が報告されている．また，Ito (2014)は，レーザーアブレーションICP–MSによるジルコンU–Pb年代値として0.11±0.01 Ma，ジルコンU–Th年代値として108±19 kaを報告している．

洞爺火山灰による層序年代学的な検討としては，以下のような結果が得られている．洞爺火山灰が，最終間氷期MIS 5e (5.5)の段丘堆積物を覆うことから，洞爺噴火はMIS 5d (5.4)に発生したと考えられる(町田ほか，1987；町田・新井，2003)．白井ほか(1997)は，男鹿半島安田海岸におけるテフラ層序と海底コアの情報，Bassinot *et al.* (1994)の酸素同位体曲線から，洞爺噴火の発生年代をMIS 5dの106 kaとした．町田・新井(2003)は，海底コアの情報を考慮して，洞爺噴火の年代を115～112 kaとした．Matsu'ura *et al.* (2014)は，下北半島沖のちきゅうC9001C地点のボーリングコアから見出された洞爺火山灰について，MIS 5dの106 kaとしている．東宮・宮城(2020)は，これまでの洞爺噴火の年代値のレビューを行い，現時点では，106 ka前後，あるいは下限値(106 ka)と上限値(112～113 ka)の中間値とその幅を考慮した109±ca.3 kaと考えるの

*活断層・火山研究部門，**北海道大学，***室蘭工業大学，****茨城大学，*****現所属 原子力規制庁



第1図　洞爺カルデラとその周辺の火山噴出物分布．20万分の1日本火山図（Ver. 1.1；産総研地質調査総合センター，2024a）より抜粋（一部修正）．背景地図は，国土地理院の地理院地図（陰影起伏図，傾斜量図）を使用した．

Fig. 1　Distribution of the volcanic units around Toya Caldera based on Geologic Map of Volcanoes in Japan (1:200,000) (Ver. 1.1; Geological Survey of Japan, AIST, 2024). Distribution of the major volcanic units of the Late Pleistocene and Holocene are shown. The GSI Maps (Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (link to English version)

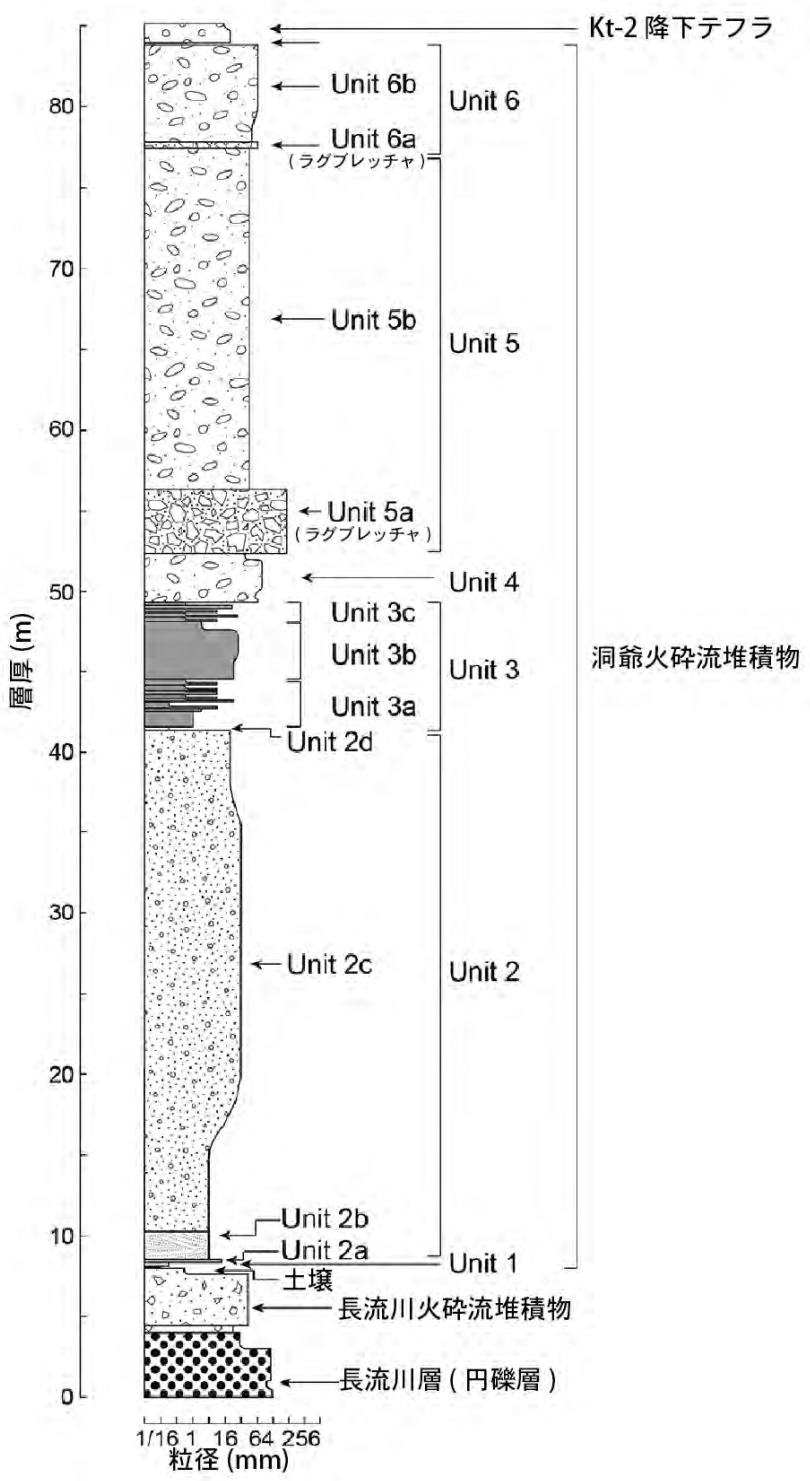
が妥当であるとしている．また，福井県の水月湖からも洞爺火山灰が検出され，その年稿から108.2±3.9 kaと従来値とよく一致する年代値が報告されている（Vineberg *et al.*, 2024）．本報告は，東宮・宮城（2020）のレビュー結果に基づき，洞爺噴火の発生年代を109±3 kaとする．

洞爺噴火の後，後カルデラ火山である中島火山，有珠火山が成長した．中島火山からは，48 ka（Miyabuchi *et al.*, 2014）に中島長流川テフラ（Nj-Os）が噴出している．そして，有珠火山では，玄武岩～玄武岩質安山岩の外輪山（2万年前～）の活動，善光寺岩屑なだれの発生（8千年前；Nakagawa *et al.*, 2022）の後，歴史時代に，1663年（寛文3年）噴火，先明和噴火（中川ほか，2005），1769年（明和5年）噴火，1822年（文政5年）噴火，1853年（嘉永6年）噴火，1910年（明治43年）噴火，1943～45年（昭和18～20年）噴火，1977～78年（昭和52～53年）噴火，2000年（平成12年）噴火が発生し，多数の溶岩ドーム群が形成されている（曽屋ほか，2007；Matsumoto and Nakagawa, 2019）．

2.2　洞爺噴火の推移

洞爺噴火による洞爺火砕流堆積物は，下位からUnit 1～Unit 6の6つのユニットに区分される（池田・勝井，1986；Feebrey，1995；Goto *et al.*, 2018；第2図）．洞爺カルデラに近い伊達市の長流川沿いでは，Unit 1は，層厚1～2 cmの細粒火山灰の降下火砕堆積物である．Unit 2は，下部の層厚10～20 cmの火砕サージ堆積物（Unit 2a），その上位の28～34 mの厚い軽石火山礫と同質な火山灰からなる火砕流堆積物（Unit 2b，Unit 2c，Unit 2d）からなる（付図2）．Unit 2には，特徴的に火山豆石が含まれている．Unit 3は層厚5～8 mで，火砕サージ堆積物と降下火砕堆積物の互層からなる．Unit 4は，層厚3～4 mの軽石質の火砕流堆積物からなる．Unit 5は，層厚8～24 mで，主に厚い軽石質火砕流堆積物（Unit 5b）からなり，基底部に層厚2～4 mの岩片濃集層（Unit 5a）を伴っている．Unit 6は層厚6～7 mで，主に軽石質火砕流堆積物（Unit 6b）からなり，基底部に層厚40～50 cmの岩片濃集層（Unit 6a）を伴っている．Goto *et al.*（2018）は，Unit 2の火砕流堆積物が，最も遠方にまで広がり，Unit 5火砕流堆積物の分布はカルデラ近傍に限られるとしていた．Unit 2火砕流堆積物とUnit 4～Unit 6の火砕流堆積物では本質物質の最大粒径や2.3で示すようにユニットごとに本質物質のタイプが異なる．これらの特徴を用いて遠方の露頭について対比を行った結果，Goto *et al.*（2018）とは異なり，多くの地域でUnit 5が厚く分布していると考えられる（産業技術総合研究所，2020，2021）．

噴出物層序が示す一連の噴火の経緯は，小規模なマグマ



第2図　洞爺カルデラ南方，長流川流域における洞爺カルデラ火山噴出物の模式層序（Goto *et al.*, 2018 を一部改変）．© 東京地学協会

Fig. 2　Schematic stratigraphy of the deposit from the Toya Caldera in the Osarugawa River area at the southern part of Toya Caldera. After Goto *et al.* (2018). © Tokyo Geographical Society (link to English version)

水蒸気噴火で始まり(Unit 1)，続いて爆発的なマグマ水蒸気噴火に移行した(Unit 2)ことを示している．降下火砕堆積物を含むUnit 3前後のユニット境界付近の産状は，①Unit 2上部に見られる多数の脱ガスパイプがUnit 2の上部で停止しており，Unit 3には到達していない；②赤褐色を呈するパイプ上端の上位には，灰白色でクロスラミナが見られる連続性の悪い細粒な火山灰層に富む層厚10 cm以下の層が累重している；③Unit 3とUnit 4の境界はシャープであり，Unit 4の最下部には，直径30 cmほどの火山灰質の硬く締まったUnit 3と考えられるブロックが取り込まれているという特徴を示す．これらの産状は，Unit 2堆積後にガスが抜けるだけの時間をおいてUnit 3が堆積したこと，Unit 3堆積後には堆積物がある程度締まった状態になってからUnit 4が堆積したことが指摘でき，期間は不明ながら時間間隙があった可能性が考えられる(産業技術総合研究所，2020)．活動再開後のUnit 4 ～ Unit 6では，マグマ噴火によって軽石に富む火砕流堆積物が繰り返し堆積しており，最大規模のUnit 5では，洞爺湖から約47 kmの地域でも層厚20 m以上の火砕流堆積物が堆積し，給源近傍には，粗粒で厚い岩片濃集層(Unit 5a)が形成された(産業技術総合研究所，2020)．このUnit 5が，カルデラ陥没に至る噴火の最盛期であり，Unit 6に向かって噴火は収束したものと見られる．

洞爺噴火の最中にco-ignimbrite ashとして大気中に拡散した洞爺火山灰は，広く北海道や東北地方とその周辺海域まで降下したことが確認されている(例えば，町田ほか，1987；町田・新井，2003；工藤，2018；八木・早田，1989；Matsu'ura *et al.*, 2014，2018；Vineberg *et al.*, 2024)．

2. 3　洞爺噴火噴出物の本質物

洞爺噴火の本質物は，全て流紋岩質である．本質軽石には斑晶量や色調に多様性があり，斑晶量に乏しい(おおよそ5 %以下)白色軽石(CPタイプ軽石)と，斑晶に富む(おおよそ5 %以上)白色軽石(CRタイプ軽石)，及び縞状軽石･灰色軽石の3つに区分できる(産業技術総合研究所，2020，2021)．量的にはCPタイプ軽石が約9割を占め，CRタイプ軽石と縞状軽石･灰色軽石を合わせたものが約1割である．

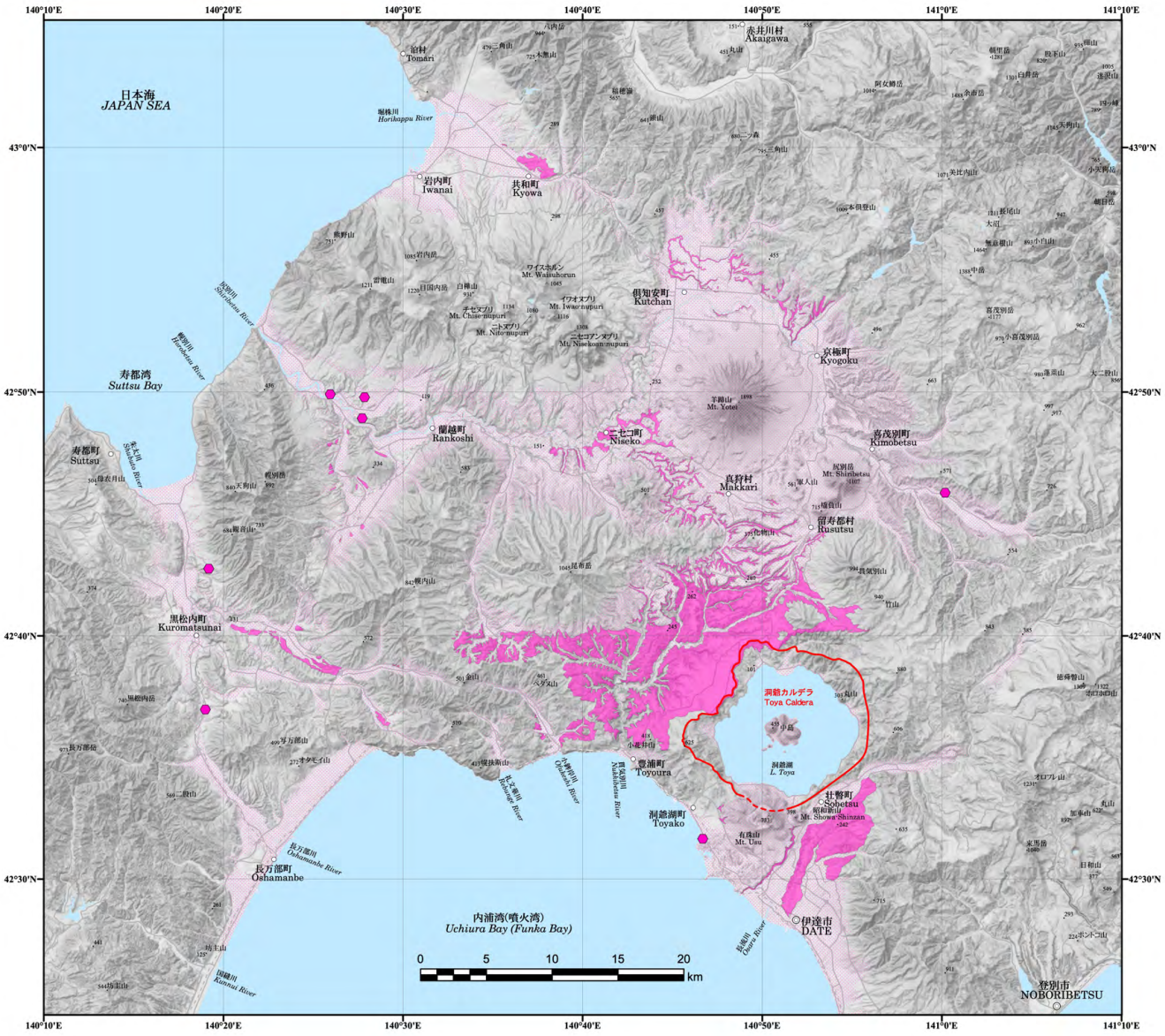
Unit 1 ～ Unit 3は，本質物質が斑晶に乏しい白色軽石(CPタイプ)のみからなる．Unit 4には，0.5 %未満の斑晶に富む白色軽石(CRタイプ)が含まれる．Unit 5の本質物質にはCPタイプが約70 %，CRタイプが約18 %含まれる．Unit 6には，CPタイプが約40 %，CRタイプが約18 %含まれる(産業技術総合研究所，2020，2021)．このようにUnit 4 ～ Unit 6でもCPタイプ軽石が主体であるが，CRタイプ軽石及び縞状軽石･灰色軽石の割合が上位に向かって次第に大きくなる(産業技術総合研究所，2020，2021)．また，Unit 4 ～ Unit 6の方が本質物の最大粒径が大きくなる傾向がある(第2図)．

第3章　洞爺火砕流堆積物

3. 1　分　布

洞爺火砕流堆積物の現存分布を第3図に示す．本図は既存の20万分の1日本シームレス地質図V2（2024年9月6日版：産総研地質調査総合センター，2024b)，20万分の1日本火山図Ver. 1.1（産総研地質調査総合センター，2024a)，20万分の1地質図「岩内(第2版)」(石田ほか, 1991)，「室蘭」(石田ほか, 1983)，「札幌」(石田ほか, 1980)，「苫小牧」(佐藤ほか，1972)及び5万分の1地質図幅「虻田」(太田，1956)，「豊浦」(土居ほか，1958)，「長万部」(久保ほか，1983)，「歌棄」(山岸，1984)，「狩太」(国府谷・土居，1961)，「留寿都」(斎藤ほか，1956)，「壮瞥珠」(藤原，1954)，「倶知安」(土居・長谷川，1956)，「岩内」(広川・村山，1955)，「島古丹」(山岸ほか，1976)，「茅沼」(斎藤ほか，1952)等を基に，文献データ(例えば，Goto *et al.*，2018，2020；北海道立地下資源調査所，1996)や現地調査の結果を加えて編集した．地質図によっては火砕流堆積物の分布を描画していない薄層部や，降下テフラや薄い段丘堆積物により部分的に被覆されている地域は，データを補完して火砕流堆積物の表層分布域として描画した．火砕流堆積物の上位に厚い堆積物が被覆している地域では，掘削データ等に基づき推測した火砕流堆積物の推定分布域を示している．縁辺部の小規模な分布域は露頭の位置を示すピンク色の六角形で示している．ピンク色の網掛けで示した洞爺火砕流堆積物推定分布域は，主にボーリングコアデータや文献データを元に，エナジーコーンモデルによるシミュレーション結果も踏まえた上で，洞爺噴火より若い地層岩体や沖積層などの被覆域の下位に洞爺火砕流堆積物が存在している，若しくはかつて存在していた可能性がある地域を示している(産業技術総合研究所，2018)．

洞爺火砕流堆積物の分布は，洞爺カルデラ周辺の基盤地形の影響を強く受けて，非対称な分布を示す．洞爺カルデラの北東部～東部は標高1,000 mを超える複雑な山地地形に影響され，ほとんど分布が見られない．洞爺カルデラ北部の喜茂別(きもべつ)町や京極町周辺域では，尻別(しりべつ)火山から噴出した喜茂別火砕流堆積物1（Km-1：Goto *et al.*, 2020)や，尻別岩屑なだれ堆積物，羊蹄火山からの噴出物(例えば，Uesawa *et al.*, 2016)が洞爺火砕流堆積物を広く覆っている．一方，洞爺カルデラ北西部や南東部には火砕流台地が広がっている(付図1)．南東部の長流川沿いの東岸では層厚10 ～ 20 m程度の良好な露頭が見られる(付図2，付図3)．真狩(まっかり)村，ニセコ町，倶知安(くっちゃん)町など羊蹄山周辺にも露頭が見られる．洞爺カルデラから約47 kmの北西の共和町付近にも分布が見られる．その他，蘭越(らんこし)町西部の尻別川沿いやその周辺にもいくつかの小規模な分布が見られ，カルデラから約41 kmの黒松内町東部の熱郛(ねっぷ)川沿いでも分布が見られる(付図4)．これらの遠方に分布する火砕流堆積物は，含まれている本質物質の構成比や最大粒径などから，Unit 5に対応すると考えられる(産業技術総合研究所，2020，2021)．カルデラ南部の有珠火山やカルデラ北部の羊蹄火



第3図　洞爺火砕流堆積物の分布（赤紫色）．網掛け部分は洞爺火砕流堆積物の推定分布域．ピンク色の六角形は小規模分布の位置を示す．背景地図は，国土地理院の地理院地図（Vector，陰影起伏図，傾斜量図）を使用した．（高解像度 PDFファイル）

Fig. 3　Distribution of Toya Ignimbrite (solid pink-colored part). Pink-colored dotted area indicates concealed estimated distribution of Toya Ignimbrite. Pink-colored hexagonal points indicate relatively small exposures. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)

山，尻別火山の下部，カルデラ北西部の昆布岳周辺域のほか，豊浦町，真狩村，留寿都村，ニセコ町，倶知安町，壮瞥町等にも推定分布域が分布している（付図5）．推定分布域中に存在する堆積物には，火砕流堆積物かその2次堆積物であるかどうかをボーリング記載のみから区別することは難しいものもあるため，第3図の推定分布域の分布限界には大きな不確実性が伴われることに注意が必要である．

洞爺噴火当時の海水準高度については，Waelbroeck *et al.*（2002）や遠藤（2015）の海水準変動曲線に基づき，-40 mの海水準高度とし，その高度の現在の水深線を洞爺火砕流分布図に図示している．

3.2　堆積物上面高度分布

洞爺火砕流堆積物の上面高度分布を第4図に示す．堆積物上面高度の読み取りは以下の方法で行った．洞爺火砕流堆積物分布域に水平あるいは緩傾斜する平坦面が広がる場合にはそれを火砕流堆積面と見なしその高度を読み取った．水平あるいは緩傾斜する平坦面がない領域では，火砕流堆積物の元の堆積面の一部が残っていると考えられる部分の標高を読み取った．

洞爺火砕流堆積物の上面高度は，洞爺カルデラの北縁や北西縁付近では，標高300 ～ 500 m程度となる．北西部では，100 ～ 200 m程度に一旦高度が下がるが，昆布岳の南面付近で再度300 m以上となっている部分が見られる．ニセコ町付近では，100 ～ 150 m程度となり，倶知安町付近では，180 ～ 240 mとなり，共和町付近では，標高20 ～ 60 m付近に分布が見られる．蘭越町西部では，15 ～ 100 m付近に分布が見られ，黒松内町付近では，40 ～ 100 m付近に分布が見られる．南東部の壮瞥町付近では，100 ～ 190 m付近に上面高度が分布し，伊達市付近では，40 ～ 100 m付近に上面高度が分布している．このように大局的には，徐々に遠方ほど堆積物の上面高度は減少しているが，部分的には昆布岳に見られるように，斜面に乗り上げている部分も見られる．

3.3　層厚分布

洞爺火砕流堆積物の現存層厚分布を第5図に示す．多くの文献では，ユニット区分されていないため，ここでは洞爺火砕流堆積物全体の層厚を示している．洞爺火砕流堆積物の層厚は，(1)現地調査及び(2)文献調査によるデータ（産業技術総合研究所，2018）を示している．また，文献調査は，文献中に示されている露頭情報に基づく場合（2A）と，ボーリングコアによる場合（2B）に分けている（第1表及びGISデータ）．文献による層厚読み取りは，層厚が記載されている場合は，その値を採用した．露頭やボーリング柱状図として，上端深度，下端深度あるいは上端高度，下端高度が記載されている場合は，それらから層厚を算出した．数値は記載されていないが，柱状図またはスケッチが図示されている場合は，上端深度，下端深度を読み取り，それらから層厚を算出した（産業技術総合研究所，2018）．なお，上端深度は，露頭の上端から洞爺火砕流堆積物上端までの深さ，ボーリング柱状図の場合はボーリングの地表面から洞爺火砕流堆積物上端までの深さを示す．下端深度は，露頭の上端から洞爺火砕流堆積物下端までの深さ，ボーリング柱状図の場合はボーリングの地表面から洞爺火砕流堆積物下端までの深さを示す．

文献中に示されている露頭情報については，湊・長谷川（1958），近堂（1962），山岸（1984），胆振団体研究会（1987），町田ほか（1987），北海道開発局農業水産部・北海道立地下資源調査所（1989），渡部ほか（1989），北海道立地下資源調査所（1996），山縣・町田（1996），Lee（1996），川村・紀藤（2003），Goto and Johmori（2014），北海道電力株式会社（2016）に示されているものを使用した．

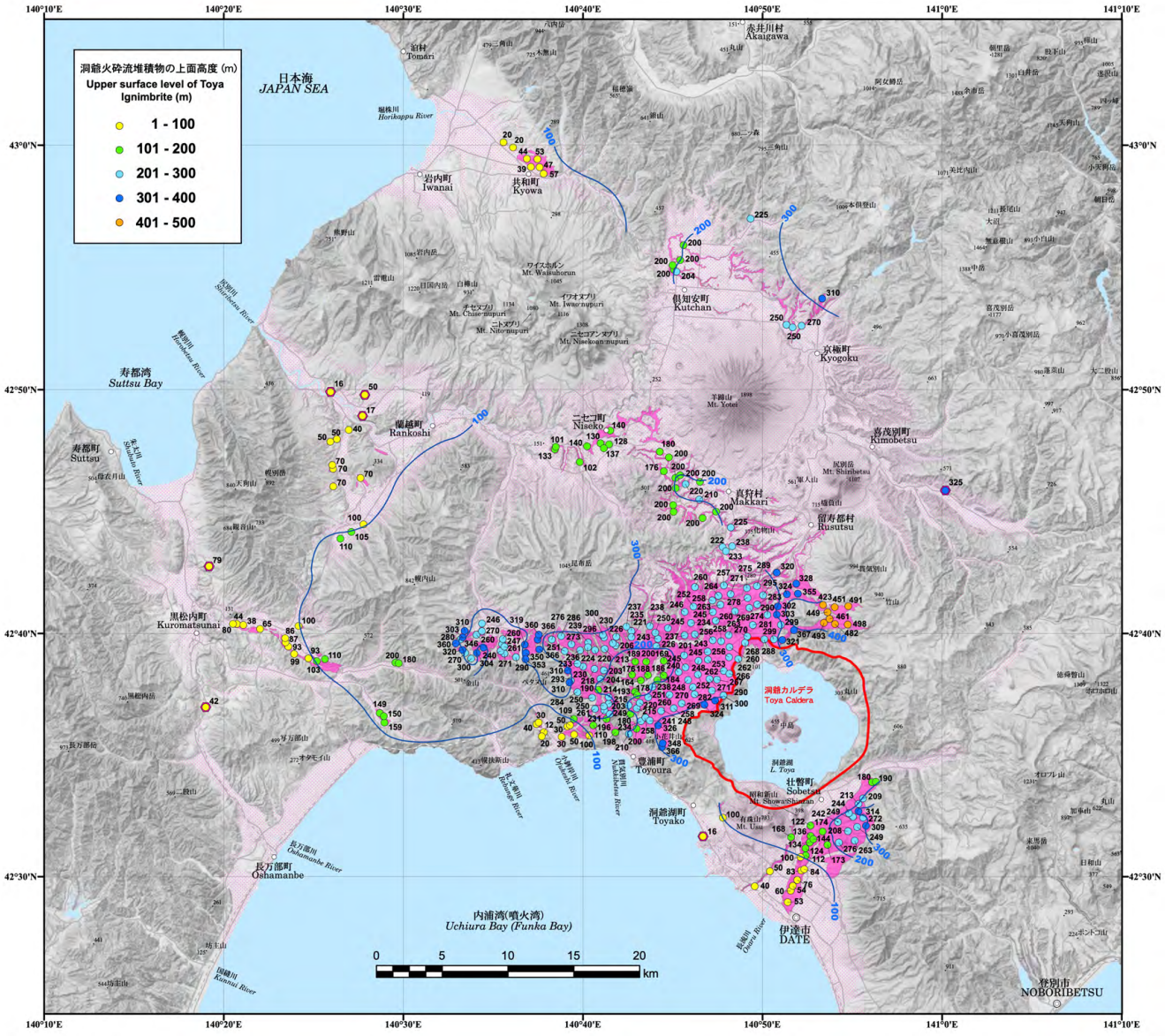
ボーリングコアについては，鈴木ほか（1970），北海道立地質研究所（2004），八幡ほか（2014），北海道電力株式会社（2017），防災科学技術研究所（2024）に示されたものを使用した．

洞爺火砕流堆積物の層厚は，カルデラ縁の外側付近やカルデラ内のボーリングコア（北海道立地質研究所，2004；八幡ほか，2014）では，約40 ～ 150 m程度の地点が存在する．カルデラ南部の長流川沿いや伊達市内では，約10 ～ 30 m程度の地点が見られる．カルデラ北西部や西部では，約10 ～ 30 m程度の地点が見られる．遠方では層厚は，蘭越町西部では6 m以下，黒松内町付近では約10 m程度となっている．層厚は，細かく見ると複雑に変化している．これは谷埋め部分では比較的厚く，山地に乗り上げた部分では比較的薄くなること，堆積後の削剥などで層厚が変化していること，一部は再堆積層などが含まれている可能性があることなどが考えられる．

3.4　軽石と石質岩片の最大粒径

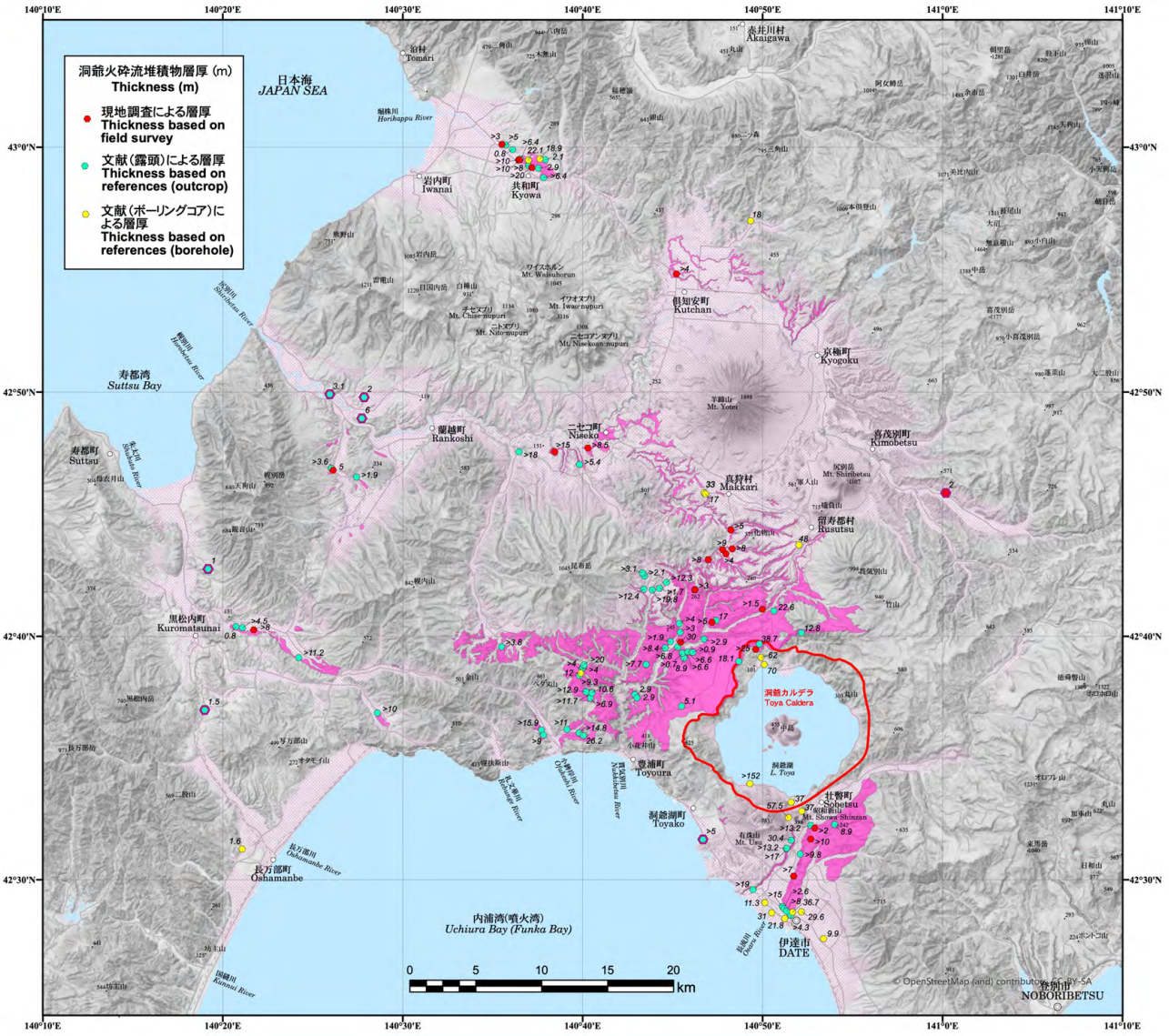
洞爺火砕流堆積物中の軽石及び石質岩片の最大粒径を18地点で測定した．大部分の露頭では，Unit 5を対象としたが，一部の露頭ではUnit 2を測定している．露頭面に露出する最大の軽石及び石質岩片を一露頭あたり約10 ～ 20個抽出し，その長軸の長さ（長径）を測定した．露頭ごとの平均値，最大値，最小値を求めた．第6図に各露頭の軽石の長径の平均値の分布を示す．第7図に，各露頭の石質岩片の長径の平均値を示す．平均値に加え，各地点での最大粒径の範囲（最大と最小の長径）を示した． 軽石の長径の平均値は，カルデラ南東方で16 ～ 64 mm，カルデラ北西方で38 ～ 133 mm，ニセコ町で45 mmと92 mm，倶知安町で93 mm，共和町で53 mm，蘭越町西部で24 mm，黒松内町で52 mmを示す．分布域周辺部でやや小さくなる傾向が見られる．一方，カルデラ北縁で16 mmの比較的平均粒径が小さい露頭が認められる．

石質岩片の長径の平均値は，カルデラ南東方では，16 ～ 46 mmを示す．カルデラ北西方では，21 ～ 85 mm，ニセコ町では8 mmと37 mm，倶知安町で23 mm，共和町で16 mm，蘭越町南西部で16 mm，黒松内町で18 mmを示す．流走距離が長いほど，粒径が小さくなる傾向が認められる．



第4図　洞爺火砕流堆積物の上面高度分布．数字は堆積原面の標高（単位：m）．火砕流堆積物の分布凡例は第3図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図（Vector，陰影起伏図，傾斜量図）を使用した．（高解像度 PDFファイル）

Fig. 4　Distribution of the altitude of the surface level of Toya Ignimbrite. The numbers show the altitude from the present sea level in meters. Distribution map of the Toya Ignimbrite is same as Fig. 3. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)



第5図　洞爺火砕流堆積物の層厚分布(単位：m)．ポイントの横の数値は，各地点の層厚を示す．火砕流堆積物の分布凡例は第3図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図(Vector，陰影起伏図，傾斜量図)を使用した．(高解像度 PDFファイル)

Fig. 5　Distribution of the thickness of Toya Ignimbrite. Unit in meter. The pink and red-purple-colored areas are distribution of Toya Ignimbrite. Distribution map of the Toya Ignimbrite is same as Fig. 3. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)

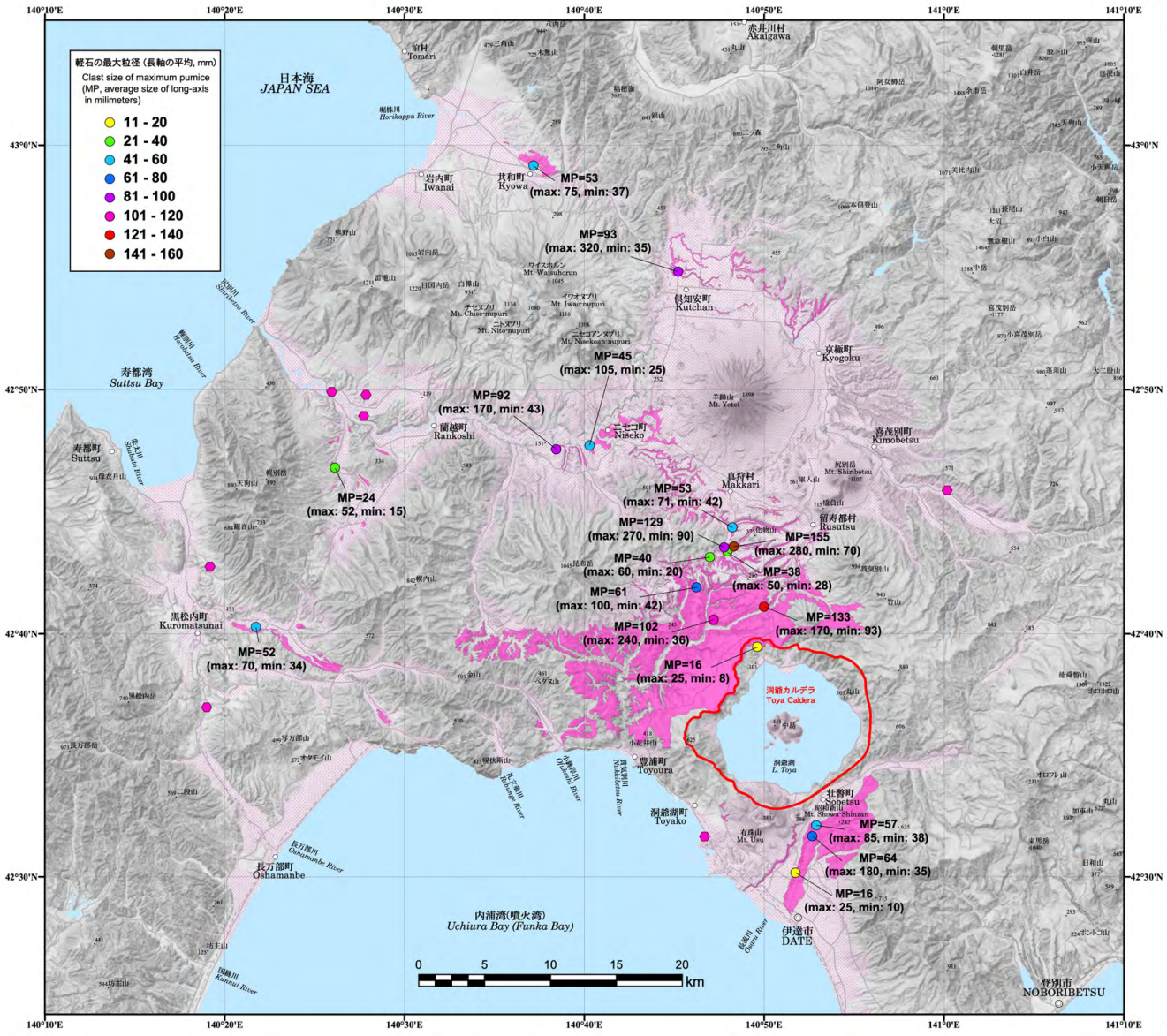
第1表　洞爺火砕流堆積物層厚データ.

Table 1 Thickness data of Toya Ignimbrite.

	緯度 latitude	経度 longitude	データタイプ data type	標高(m) altitude (m)	上端高度(m) upper altitude (m)	下端高度(m) lower altitude (m)	上端深度(m) upper depth (m)	下端深度(m) lower depth (m)	層厚 (m) thickness (m)	文献中の番号記号等# number and symbol in references #	現地調査 文献 field survey and reference
1	43° 00' 6.9" N	140° 35' 30.76" E	1	20	13	10	7	10	>3		現地調査（共和町）
2	42° 59' 28.78" N	140° 36' 25.79" E	1	32	29	19	3	13	>10		現地調査（共和町）
3	42° 59' 29.39" N	140° 36' 29.5" E	1	33	32	22	1	11	>10		現地調査（共和町）
4	42° 59' 10.32" N	140° 37' 10.15" E	1	28	39	19	0	20	>20		現地調査（共和町）
5	42° 45' 52.39" N	141° 00' 10.62" E	1	331	325	323	6	8	2		現地調査（喜茂別町）
6	42° 54' 49.98" N	140° 45' 12.63" E	1	204	204	200	0	4	>4		現地調査（倶知安町）
7	42° 47' 42.85" N	140° 40' 17.55" E	1	134	133	124.5	1	9.5	>8.5		現地調査（ニセコ町）
8	42° 47' 33.5" N	140° 38' 26.2" E	1	133	133	118	0	15	>15		現地調査（ニセコ町）
9	42° 46' 48.33" N	140° 26' 7.91" E	1	52	40	35	12	17	5		現地調査（蘭越町）
10	42° 41' 54.46" N	140° 46' 13.94" E	1	260	260	257	0	3	>3		現地調査（真狩村）
11	42° 44' 21.27" N	140° 48' 13.81" E	1	240	225	220	15	20	>5		現地調査（真狩村）
12	42° 43' 35.04" N	140° 48' 18.43" E	1	238	238	230	0	8	>8		現地調査（真狩村）
13	42° 43' 32.84" N	140° 47' 46.58" E	1	222	222	213	0	9	>9		現地調査（真狩村）
14	42° 43' 22.87" N	140° 47' 57.61" E	1	233	233	229	0	4	>4		現地調査（真狩村）
15	42° 43' 08.75" N	140° 46' 58.6" E	1	130	130	122	0	8	>8		現地調査（真狩村）
16	42° 39' 44.5" N	140° 45' 26.63" E	1	120	155	125	0	30	30		現地調査（留寿都町）
17	42° 40' 34.58" N	140° 47' 11.08" E	1	202	201	196	1	6	>5		現地調査（留寿都町）
18	42° 41' 6.43" N	140° 49' 59.33" E	1	257	256	254.5	1	2.5	>1.5		現地調査（留寿都町）
19	42° 39' 27.76" N	140° 49' 36.5" E	1	167	167	142	0	25	>25		現地調査（洞爺湖町）
20	42° 32' 7.39" N	140° 52' 53.51" E	1	129	129	127	0	2	>2		現地調査（壮瞥町）
21	42° 31' 40.53" N	140° 52' 40.46" E	1	140	136	126	4	14	>10		現地調査（伊達市）
22	42° 30' 9.06" N	140° 51' 43.16" E	1	75	62	55	13	20	>7		現地調査（伊達市）
23	42° 40' 15.84" N	140° 21' 43.22" E	1	58	53	45	5	13	>8		現地調査（黒松内町）
24	42° 47' 2.14" N	140° 39' 49.33" E	2A	102	102	96.6	0	5.4	>5.4	A	湊・長谷川(1958)
25	42° 47' 33.6" N	140° 36' 27.82" E	2A	92	89.2	71.2	2.8	20.8	>18	B	湊・長谷川(1958)
26	42° 46' 53.03" N	140° 26' 2.01" E	2A	53	53	49.4	0	3.6	>3.6	C	湊・長谷川(1958)
27	42° 39' 7.4" N	140° 24' 13.3" E	2A	81	81	69.8	0	11.2	>11.2	D	湊・長谷川(1958)
28	42° 31' 16.59" N	140° 51' 19.29" E	2A	131.7	115.9	98.9	15.8	32.8	>17	1	近堂(1962)
29	42° 29' 35.78" N	140° 49' 27.79" E	2A	22.6	21.4	2.4	1.2	20.2	>19	3	近堂(1962)
30	42° 31' 39.58" N	140° 46' 41.02" E	2A	23.7	15.7	10.7	8	13	>5	7	近堂(1962)
31	42° 28' 53.66" N	140° 51' 5.89" E	2A	37.9	32.5	17.5	5.4	20.4	>15	15	近堂(1962)
32	42° 29' 3.37" N	140° 50' 6.99" E	2B	3.1	-35.7	-46	38.8	49.1	11.3	4	鈴木ほか(1970)
33	42° 28' 38.56" N	140° 50' 30.06" E	2B	3.4	-16.6	-48.2	20	51.6	31	5	鈴木ほか(1970)
34	42° 28' 24.43" N	140° 51' 13.7" E	2B	2.9	-7.6	-36.5	10.5	39.4	21.8	6	鈴木ほか(1970)
35	42° 28' 40.29" N	140° 51' 39.88" E	2B	14.3	8.7	-28	5.6	42.3	36.7	7	鈴木ほか(1970)
36	42° 28' 40.82" N	140° 52' 9.26" E	2B	18.4	-1.6	-30.1	20	48.5	29.6	8	鈴木ほか(1970)
37	42° 27' 34.55" N	140° 53' 23.18" E	2B	35.2	16.8	7	18.4	28.2	9.9	9	鈴木ほか(1970)
38	42° 40' 23.64" N	140° 20' 44.12" E	2A	47	43.9	43.1	3.1	3.9	0.8	g	山岸(1984)
39	42° 40' 21.2" N	140° 21' 5.37" E	2A	40	38.4	33.9	1.6	6.1	>4.5	h	山岸(1984)
40	42° 28' 32.47" N	140° 51' 33.71" E	2A	27.5	18.6	14.3	8.9	13.2	>4.3	1	無振団体研究会(1987)
41	42° 31' 18.07" N	140° 51' 19.93" E *	2A	109.8	105.9	92.7	3.9	17.1	>13.2	1a	町田ほか(1987)
42	42° 32' 14.2" N	140° 52' 40.28" E *	2A	31.4	27.5	14.3	3.9	17.1	>13.2	1b	町田ほか(1987)
43	42° 28' 48.85" N	140° 51' 11.11" E *	2A	58.2	58.2	56.2	0	2	>2.6	1c	町田ほか(1987)
44	42° 36' 51.53" N	140° 28' 35.25" E *	2A	218	218	208	0	10	>10	1d	町田ほか(1987)
45	42° 46' 31.3" N	140° 27' 25.75" E *	2A	105	105	103.1	0	1.9	>1.9	1e	町田ほか(1987)
46	42° 36' 58.56" N	140° 18' 59.65" E *	2A	42	41.8	40.3	0.2	1.7	1.5	1f	町田ほか(1987)
47	42° 42' 45.56" N	140° 19' 10.96" E *	2A	80	79.4	78.4	0.6	1.6	1	1g	町田ほか(1987)
48	43° 00' 5.11" N	140° 35' 43.57" E *	2A	80	85	80	0	5	>5	1h	町田ほか(1987)
49	42° 49' 54.71" N	140° 25' 56.7" E	2A	17.7	15.5	12.4	2.2	5.3	3.1	41a	北海道開発局農業水産部・北海道立地下資源調査所(1989)
50	42° 49' 47.29" N	140° 27' 51.26" E	2A	50	49.9	47.9	0.1	2.1	2	50	北海道開発局農業水産部・北海道立地下資源調査所(1989)
51	42° 48' 55.62" N	140° 27' 43.49" E	2A	17	17	11	0	6	6	68	北海道開発局農業水産部・北海道立地下資源調査所(1989)
52	42° 59' 29.7" N	140° 37' 55.24" E	2A	48	48	45.9	0	2.1	2.1	9	渡部ほか(1989)
53	42° 59' 54.1" N	140° 36' 6.13" E	2A	17	16.6	15.8	0.4	1.2	0.8	10	渡部ほか(1989)
54	42° 59' 31.43" N	140° 36' 32.09" E	2A	24	24	17.6	0	6.4	>6.4	11	渡部ほか(1989)
55	42° 58' 45.48" N	140° 37' 49.34" E	2A	28	28	21.6	0	6.4	>6.4	12	渡部ほか(1989)
56	42° 59' 8.85" N	140° 37' 31.71" E	2A	40	40	37.1	0	2.9	2.9	13	渡部ほか(1989)
57	42° 37' 36.32" N	140° 42' 53.62" E	2A	178	178	175.1	0	2.9	2.9	18	北海道立地下資源調査所(1996)
58	42° 37' 28.34" N	140° 43' 1.0" E	2A	193	193	190.1	0	2.9	2.9	19	北海道立地下資源調査所(1996)
59	42° 37' 39.45" N	140° 40' 22.4" E	2A	176	176	164.3	0	11.7	>11.7	29	北海道立地下資源調査所(1996)
60	42° 37' 43.18" N	140° 40' 11.05" E	2A	187	187	174.1	0	12.9	>12.9	30	北海道立地下資源調査所(1996)
61	42° 37' 27.57" N	140° 40' 25.66" E	2A	198.6	198.6	191.7	0	6.9	>6.9	31	北海道立地下資源調査所(1996)
62	42° 38' 23.16" N	140° 39' 49.09" E	2A	219	219	209.7	0	9.3	>9.3	37	北海道立地下資源調査所(1996)
63	42° 38' 39.46" N	140° 39' 57.84" E	2A	222	222	218	0	4	>4	38	北海道立地下資源調査所(1996)
64	42° 38' 43.15" N	140° 40' 1.06" E	2A	221	221	217	0	4	>4	39	北海道立地下資源調査所(1996)
65	42° 38' 49.55" N	140° 40' 4.27" E	2A	202	202	182	0	20	>20	40	北海道立地下資源調査所(1996)
66	42° 38' 50.63" N	140° 43' 31.22" E	2A	200	199.6	191.9	0.4	8.1	>7.7	43	北海道立地下資源調査所(1996)
67	42° 40' 31.1" N	140° 45' 21.94" E	2A	135	135	131	0	4	>4	46	北海道立地下資源調査所(1996)
68	42° 41' 55.57" N	140° 43' 23.6" E	2A	230	228.6	216.2	1.4	13.8	>12.4	50	北海道立地下資源調査所(1996)
69	42° 41' 53.82" N	140° 43' 51.98" E	2A	227	227	207.2	0	19.8	>19.8	51	北海道立地下資源調査所(1996)
70	42° 41' 57.82" N	140° 44' 15.95" E	2A	239	238.7	237	0.3	2	>1.7	52	北海道立地下資源調査所(1996)
71	42° 42' 12.38" N	140° 44' 39.4" E	2A	244	242.7	230.4	1.3	13.6	>12.3	53	北海道立地下資源調査所(1996)
72	42° 42' 28.26" N	140° 43' 26.4" E	2A	250	249.8	247.7	0.2	2.3	>2.1	55	北海道立地下資源調査所(1996)
73	42° 42' 35.95" N	140° 43' 18.37" E	2A	252	251.6	248.5	0.4	3.5	>3.1	56	北海道立地下資源調査所(1996)
74	42° 39' 33.93" N	140° 35' 29.96" E	2A	249	247	243.2	2	5.8	>3.8	65	北海道立地下資源調査所(1996)
75	42° 38' 9.47" N	140° 37' 42.32" E	2A	9.4	9.4	-6.5	0	15.9	>15.9	80	北海道立地下資源調査所(1996)
76	42° 35' 57.03" N	140° 37' 49.29" E	2A	11.7	11.7	2.7	0	9	>9	82	北海道立地下資源調査所(1996)
77	42° 36' 10.75" N	140° 39' 7.57" E	2A	30	30	19	0	11	>11	83	北海道立地下資源調査所(1996)
78	42° 36' 2.23" N	140° 39' 48.11" E	2A	41.5	41.5	26.7	0	14.8	>14.8	84	北海道立地下資源調査所(1996)
79	42° 28' 42.36" N	140° 51' 19.94" E	2A	31.4	27.4	19.4	4	12	>8	WS-13-2	山縣・町田(1996)
80	42° 40' 8.7" N	140° 52' 9.01" E	2A	393	393	380.2	0	12.8	12.8	A	Lee (1996)
81	42° 39' 40.84" N	140° 49' 48.71" E	2A	212	212	173.3	0	38.7	38.7	B	Lee (1996)
82	42° 38' 58.16" N	140° 48' 40.59" E	2A	254	254	235.9	0	18.1	18.1	C	Lee (1996)
83	42° 41' 2.5" N	140° 50' 37.53" E	2A	245	245	222.4	0	22.6	22.6	D	Lee (1996)
84	42° 40' 39.16" N	140° 47' 24.69" E	2A	252	252	235	0	17	17	E	Lee (1996)
85	42° 39' 6.34" N	140° 45' 37.94" E	2A	201	201	192.1	0	8.9	8.9	F	Lee (1996)
86	42° 37' 7.85" N	140° 45' 29.75" E	2A	269	269	263.9	0	5.1	5.1	G	Lee (1996)
87	42° 37' 40.44" N	140° 40' 30.97" E	2A	161	161	150.4	0	10.6	10.6	H	Lee (1996)
88	42° 35' 55.35" N	140° 40' 2.54" E	2A	78.2	78.2	52	0	26.2	26.2	I	Lee (1996)
89	42° 31' 37.76" N	140° 51' 35.24" E	2A	168.4	168.4	138	0	30.4	30.4	J	Lee (1996)
90	42° 32' 16.27" N	140° 54' 0.33" E	2A	186.8	186.8	177.9	0	8.9	8.9	K	Lee (1996)
91	42° 31' 15.85" N	140° 21' 4.46" E	2B	15.1	7.9	6.3	7.2	8.8	1.6	OT-3	吾妻ほか(2003)
92	42° 39' 31.35" N	140° 44' 35.13" E	2A	125	125	116.6	0	8.4	>8.4	1	川村・紀藤(2003)
93	42° 39' 47.02" N	140° 44' 52.82" E	2A	107	107	105.1	0	1.9	>1.9	2	川村・紀藤(2003)
94	42° 40' 10.17" N	140° 45' 25.31" E	2A	117	117	114	0	3	>3	3	川村・紀藤(2003)
95	42° 39' 33.29" N	140° 45' 16.2" E	2A	119	119	112.2	0	6.8	>6.8	4	川村・紀藤(2003)
96	42° 39' 53.26" N	140° 46' 44.23" E	2A	136	136	133.1	0	2.9	>2.9	8	川村・紀藤(2003)
97	42° 39' 18.52" N	140° 45' 32.26" E	2A	126	126	125.3	0	0.7	>0.7	11	川村・紀藤(2003)
98	42° 39' 21.27" N	140° 45' 50.95" E	2A	138	138	131.4	0	6.6	>6.6	13	川村・紀藤(2003)
99	42° 39' 20.86" N	140° 46' 2.91" E	2A	143	143	136.4	0	6.6	>6.6	14	川村・紀藤(2003)
100	42° 39' 20.3" N	140° 46' 7.35" E	2A	148	148	147.1	0	0.9	>0.9	15	川村・紀藤(2003)
101	42° 31' 3.17" N	140° 52' 4.97" E	2A	15.9	15.9	6.1	0	9.8	>9.8	16	川村・紀藤(2003)
102	42° 45' 55.2" N ※	140° 46' 39.69" E ※	2B	200	186	153	14	47	33	p.75	北海道立地質研究所(2004)
103	42° 45' 49.8" N	140° 46' 49.8" E	2B	228	185	168	43	60	17	p.76	北海道立地質研究所(2004)
104	42° 43' 45.08" N ※	140° 52' 3.13" E ※	2B	81.3	81.3	33.3	0	48	48	p.77	北海道立地質研究所(2004)
105	42° 33' 57" N	140° 49' 17.4" E	2B	84	84	-68	0	152	>152	p.82	北海道立地質研究所(2004)
106	42° 38' 50.4" N	140° 50' 5.4" E	2B	96	96	26	0	70	70	p.85	北海道立地質研究所(2004)
107	42° 32' 48.6" N	140° 52' 7.2" E	2B	123.9	58.9	21.9	65	102	37	p.90	北海道立地質研究所(2004)
108	42° 33' 11.28" N	140° 51' 35.1" E	2B	102.8	37.8	-4.2	65	102	37	3	八幡ほか(2014)
109	42° 39' 7.82" N	140° 49' 54.62" E	2B	104	96	34	8	70	62	8	八幡ほか(2014)
110	42° 32' 33.34" N	140° 51' 26.05" E	2B	182.3	99.8	42.3	82.5	140	57.5	GS-R1	Goto and Johnori (2014)
111	42° 59' 15.12" N	140° 36' 59.23" E	2A	25	33	25	0	8	>8	2	北海道電力株式会社(2016)
112	42° 59' 31.26" N	140° 37' 37.28" E	2B	51	50.9	32	0.1	19	18.9	B-4	北海道電力株式会社(2017)
113	42° 59' 28.23" N	140° 36' 58.91" E	2B	41	40.8	18.7	0.2	22.3	22.1	B-5	北海道電力株式会社(2017)
114	42° 38' 29.38" N	140° 39' 53.82" E	2B	214	214	202	0	12	12	IBUH04	防災科学技術研究所(2024) GeoStation
115	42° 58' 59.85" N	140° 49' 20.08" E	2B	240	225	207	15	33	18	SBSH05	防災科学技術研究所(2024) GeoStation

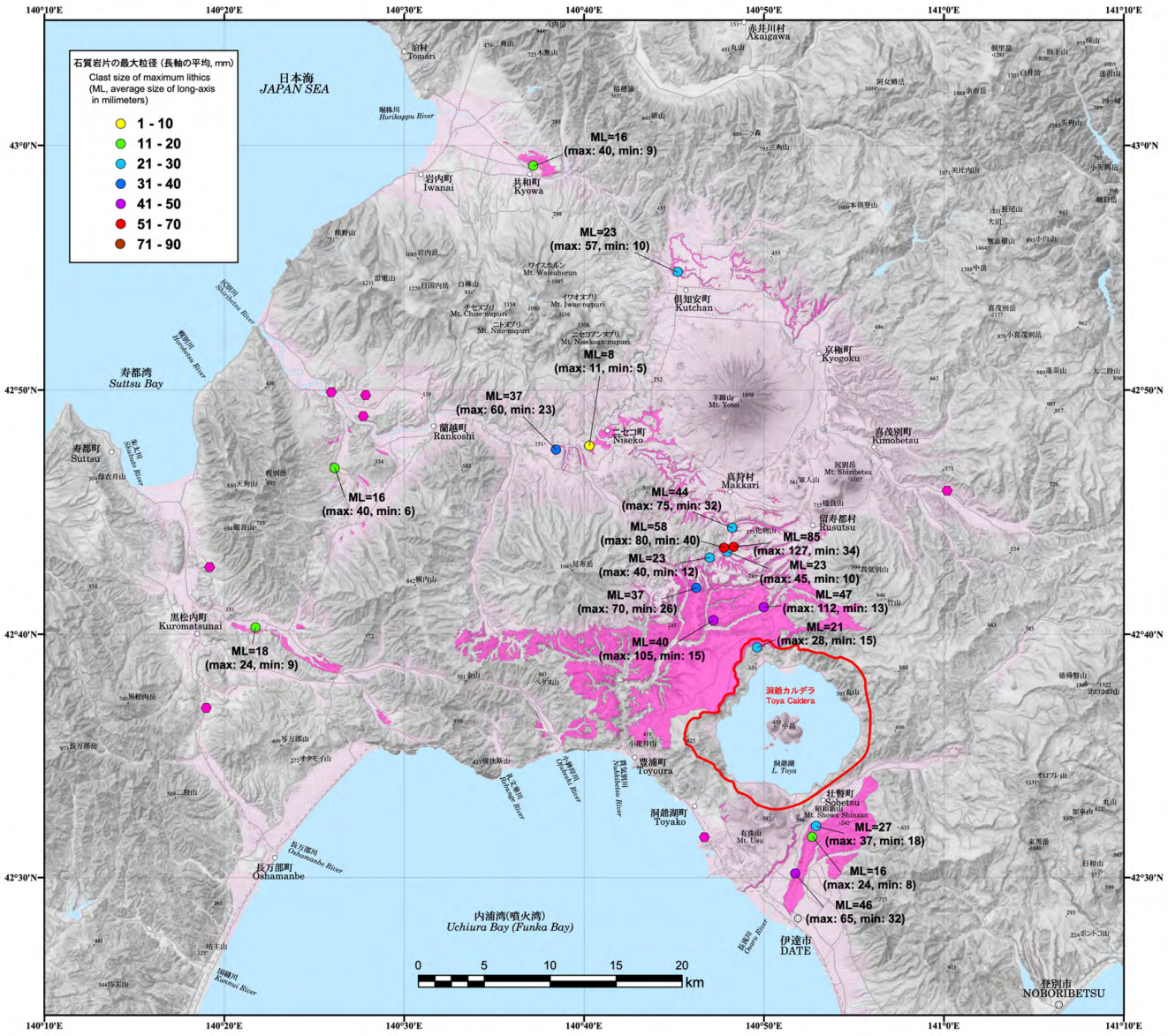
データタイプ data type
1　現地調査 field survey
2A　文献（露頭）reference (outcrop)
2B　文献（ボーリングコア）reference (borehole)

* 元文献では大まかな緯度経度の値が示されていたため，著者に地図上で露頭位置を確認し修正したもの．
※ 元文献の緯度経度の値が，文献中に記載された住所，泉源名の位置と異なっていたので，住所，泉源名の位置に基づき修正したもの．
元文献中の露頭図や柱状図などに示された番号や記号，ページ数等を示す．



第6図　洞爺火砕流堆積物に含まれる軽石の最大粒径分布．各露頭に含まれる約10 ～ 20個の軽石の長径の平均値（MP）及び最大値，最小値（mm）．火砕流堆積物の分布凡例は第3図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図（Vector, 陰影起伏図, 傾斜量図）を使用した．（高解像度 PDFファイル）

Fig. 6　Distribution of the maximum clast size of pumice (MP) contained in Toya Ignimbrite (in millimeters). MP is the average of long-axis length from 10–20 pumices in an outcrop. Maximum and minimum size of measured pumice clasts are also shown. Distribution map of the Toya Ignimbrite is same as Fig. 3. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)



第7図　洞爺火砕流堆積物に含まれる石質岩片の最大粒径分布．各露頭に含まれる約10～20個の石質岩片の長径の平均値（ML）及び最大値，最小値（mm）．火砕流堆積物の分布凡例は第3図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図（Vector，陰影起伏図，傾斜量図）を使用した．（高解像度 PDFファイル）

Fig. 7　Distribution of the maximum clast size of lithic fragments (ML) contained in Toya Ignimbrite (in millimeters). ML is the average of long-axis length from 10–20 lithic fragments in an outcrop. Maximum and minimum size of measured lithic fragments are also shown. Distribution map of the Toya Ignimbrite is same as Fig. 3. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)

3. 5　軽石長軸配列方向

洞爺火砕流堆積物中に含まれる軽石の長軸配列方向を14地点で計測した．長軸/短軸比がおおよそ2以上の軽石粒子を各露頭で約20個抽出し，その長軸方向(方位及び伏角)を測定した．第8図には，それぞれの地点における各軽石粒子の長軸方向をシュミットネット上に下半球投影し，かつその方位頻度分布をローズダイヤグラムで表している．

軽石粒子の長軸配列方向は，洞爺カルデラから放射方向を示す露頭は比較的少ない傾向がある(例えば，地点2，8)．また，各地点の局地的な谷の方向を示す地点が多い傾向がある(例えば，地点3，4，6，7，9，11，13)．一方で，あまり明瞭な卓越方向を示さない地点(例えば，地点1，5，10)や，局地的な谷の方向とも斜交する地点(例えば，地点12，14)も見られる．

3. 6　降下火砕物分布図

洞爺噴火により遠方に飛散・堆積した洞爺火山灰の層厚分布図を作成した(第9図)．洞爺火山灰は，洞爺火砕流に伴うco-ignimbrite ashであると考えられる(町田ほか，1987)．

洞爺火山灰の層厚は，既存の文献から陸域及び海域のデータを収集した(産業技術総合研究所，2019)．層厚データは，町田ほか(1987)，工藤(2018)（十和田火山付近；付図6)，古澤(2003)（岩手火山山麓)，八木･早田(1989)（鬼首)，Matsu'ura *et al.* (2014)（下北沖ちきゅうC9001Cコア)，Matsu'ura *et al.* (2018)（ODP1150A)，角和ほか(2013)（日本海MD179)，Veneberg *et al.* (2024)（水月湖)などの文献から収集した．なお，Matsu'ura *et al.* (2018)の釜石沖のODP1150Aのコアでは，層厚76 cmの範囲に洞爺火山灰起源の火山灰のパッチや直径2 mm以下の軽石が散在するが，明瞭な火山灰層を示さないことから，層厚は“?”とした．

位置情報と層厚データを元に，等層厚線図を作成した(第9図)．等層厚線の作成にあたっては，降下堆積物の層厚が，約11万年前の降下火砕物堆積後侵食等により堆積時の層厚よりも薄くなっている可能性や，再堆積で層厚が厚くなっている可能性も考えられるため，保存されている各地域の層厚データの最大値や周辺域の層厚データを参考にしながら，全体の層厚の減衰傾向を考慮しつつ，補間しながら作成した．また，海域については，すべての等層厚線で十分な層厚データが得られていないため，特に薄い等層厚線については，他の等層厚線の層厚の減衰率等を参考に引いている部分がある．

第4章　洞爺火山灰・洞爺火砕流堆積物の復元分布と噴出量推定

4. 1　洞爺火山灰の体積の見積もり

洞爺火山灰の噴出量は，町田ほか(1987)，町田・新井(2003)によれば150 km^3以上とされている．今回新たに作成した等層厚線(第9図)を用いて，洞爺火山灰の体積を求めた．区間積分法(宝田ほか，2001)では約70 km^3，指数関数法(Pyle，1989)では約85 km^3，ワイブル法(Bonadonna and Costa，2012)では約67 km^3と算出された．したがって，洞爺火山灰の噴出量は，堆積物の平均密度を1,000 kg/m^3とすると67 ～ 85 km^3（見かけ体積)，溶岩換算(DRE)で27 ～ 34 km^3と推定される．

4. 2　洞爺火砕流堆積物の体積の見積もり

各地点の層厚データ(第5図)とエナジーコーンモデルによるシミュレーション結果を用いて，洞爺火砕流堆積物の復元分布図を作成し，5 kmメッシュ毎の層厚分布を求めた(第10図；産業技術総合研究所，2018)．また，洞爺カルデラ内の洞爺火砕流堆積物の層厚は，密度構造等に基づき，最大で500 m，平均250 mと推定した(産業技術総合研究所，2018；大島ほか，2006；北海道立地質研究所，2004；和田ほか，1988)．この結果に基づいて，洞爺火砕流堆積物の層厚を算出した結果，平均層厚を用いた場合，カルデラ内部を含む現存部分の体積は約31 km^3（見かけ体積)，約14 km^3（DRE)，復元分布の体積は約79 km^3（見かけ体積)，35 km^3（DRE)となった．最大層厚を用いた場合は，カルデラ内部を含む現存部分の約63 km^3（見かけ体積)，約28 km^3（DRE)，復元分布の体積は約159 km^3（見かけ体積)，70 km^3（DRE)となった．洞爺火砕流堆積物の平均密度は，入戸火砕流堆積物の非溶結部分の実測値(960 ～ 1,260 kg/m^3；横山，1970)の平均から，約1,100 kg/m^3とした．

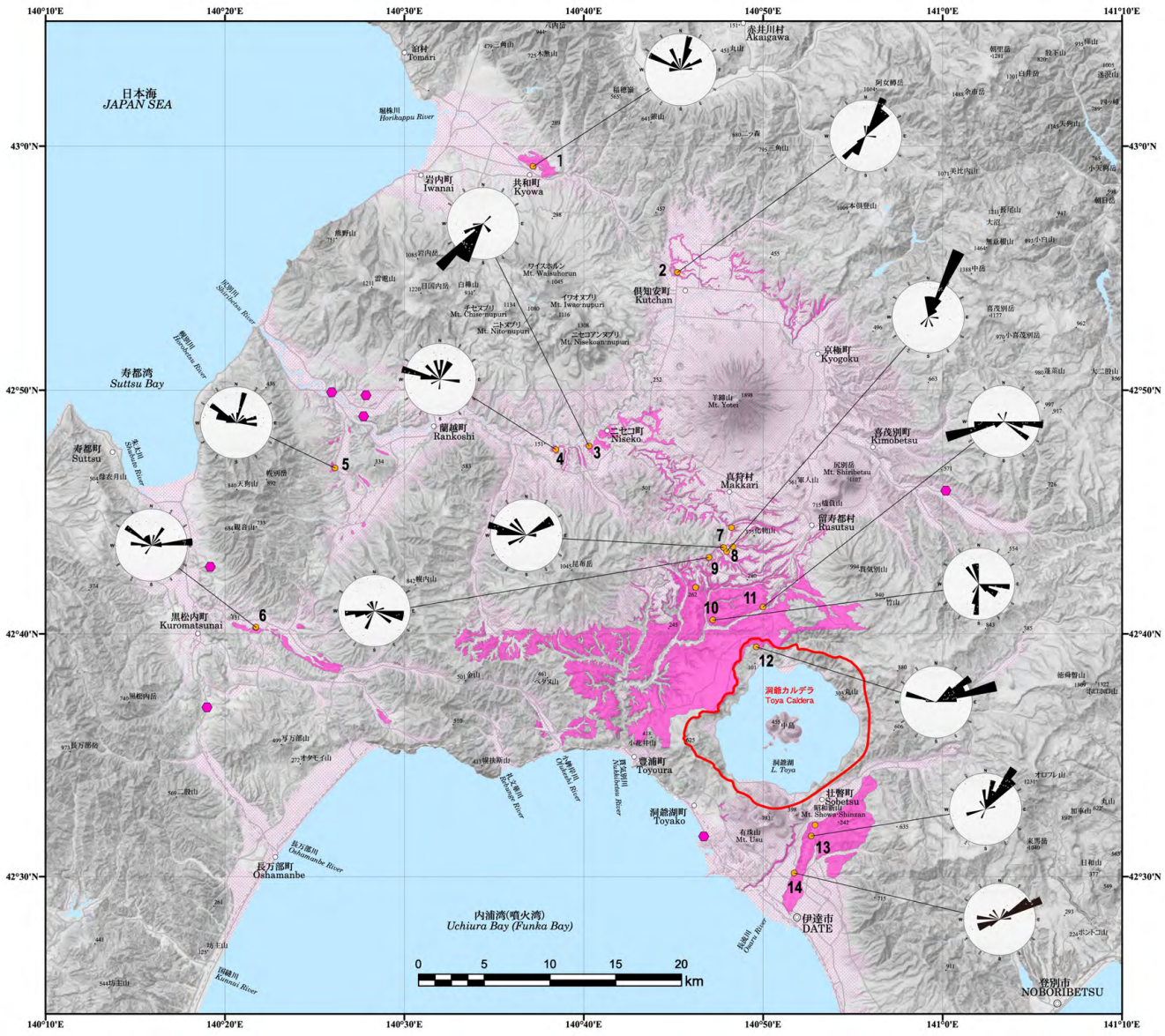
4. 3　洞爺噴火の総噴出物量の見積もり

洞爺噴火の総噴出物量は，洞爺火山灰の噴出量と洞爺火砕流堆積物の復元分布に基づく噴出量を合計すると，見かけ体積で約146 ～ 244 km^3，溶岩換算体積で約62 ～ 104 km^3（DRE)と推測される．この推定値は，噴火爆発強度指数VEI 7に相当する．

出典・謝辞

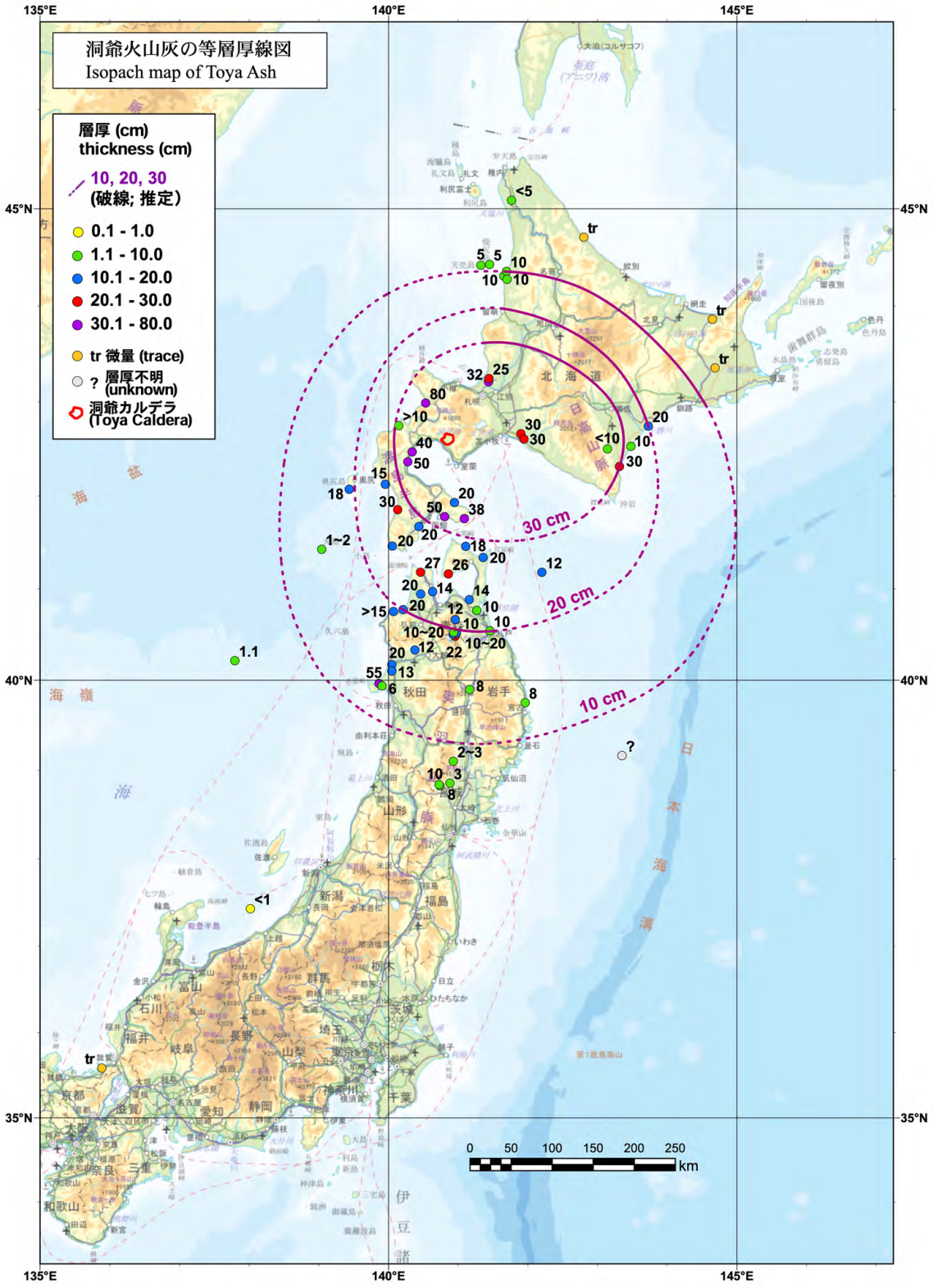
洞爺火砕流及び洞爺火山灰の層厚分布及び堆積量推定は，原子力規制庁からの受託研究において実施した「平成29年度原子力施設等防災対策等委託費(火山影響評価に係る技術的知見の整備)」及び「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費(火山影響評価に係る技術的知見の整備)」の成果の一部である．洞爺火砕流の噴火推移や岩石学的検討は，原子力規制庁からの受託研究において実施した「平成31年度原子力施設等防災対策等委託費(巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究)」及び「令和2年度原子力施設等防災対策等委託費(巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究)」の成果の一部である．

-40 mの海水準高度の作成に当たっては，日本水路協会発行の海底地形デジタルデータ M7006 ver. 2.1 津軽海峡東部及び M7009 ver. 2.0 北海道西部を，一部加工の上使用した．東京地学協会には，第2図(Goto *et al.*, 2018)の使用に



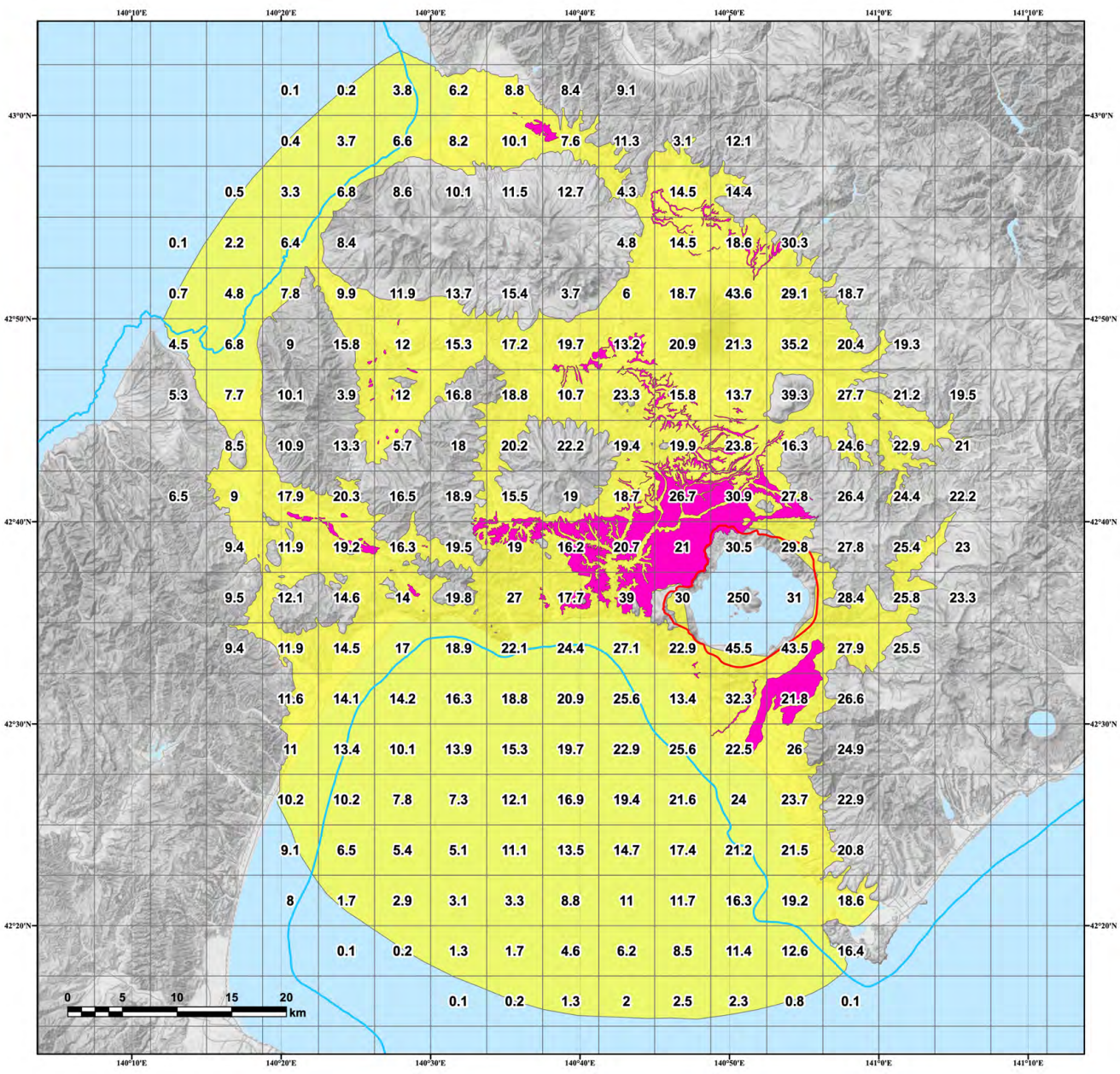
第8図　洞爺火砕流堆積物中の軽石の長軸配列方向．各地点での軽石の長軸配列方向(ローズダイヤグラム)を示す．火砕流堆積物の分布凡例は第3図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図(Vector，陰影起伏図，傾斜量図)を使用した．(高解像度PDFファイル)

Fig. 8　Distributions of the direction of the major axis of the pumice clasts in Toya Ignimbrite. Preferred orientations of elongated pumices are shown on the rose diagrams. Distribution map of the Toya Ignimbrite is same as Fig. 3. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)



第9図　洞爺火山灰の等層厚線図．各地点の数値は層厚(cm)．?：層厚不明，tr：薄く層厚が認定できない地点を示す．背景地図は国土地理院の地理院地図(標準)を使用した(測量法に基づく国土地理院長承認(使用) R 6JHs 893)．(高解像度 PDFファイル)

Fig. 9　Distribution of Toya Ash. Numbers beside the points are thickness of the Toya Ash. ?: unknown thickness point, tr: trace amount. The GIS Map (Standard) published by Geospatial Information Authority of Japan is used. (Link: High-resolution PDF image)



第10図　洞爺火砕流堆積物の復元分布図と5 kmメッシュ毎の平均層厚（黄色の領域；産業技術総合研究所，2018）．ピンク色：現存分布域，水色のライン：標高 -40 mの等高線．（高解像度 PDFファイル）

Fig. 10　Distribution and reconstructed thickness of the Toya Ignimbrite. Average thickness of each 5 × 5 km area are shown (in meter; yellow-colored part; AIST, 2018). Pink-colored part: current distribution. Pale blue-colored-line: -40 m contours (asl). (Link: High-resolution PDF image)

ついて承諾を頂いた．

町田　洋氏には，洞爺火砕流堆積物の露頭の位置を教えていただいた．産総研地質情報研究部門の工藤　崇氏には，十和田市内の洞爺火山灰の写真を提供していただいた．

引 用 文 献

Amma-Miyasaka, M., Miura, D., Nakagawa, M., Uesawa, S. and Furukawa, R.（2020）Stratigraphy and chronology of silicic tephras in the Shikotsu-Toya volcanic field, Japan: Evidence of a Late Pleistocene ignimbrite flare-up in southwestern Hokkaido. *Quaternary International*, **562**, 58–75.

Bassinot, F. C., Labeyrie, L. D., Vincent, E., Quidelleur, X., Shackleton, N. J. and Lancelot, Y.（1994）The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. *Earth and Planetary Science Letters*, **126**, 91–108.

Bonadonna, C. and Costa, A.（2012）Estimating the volume of tephra deposits: a new simple strategy. *Geology*, **40**, 415–418.

防災科学技術研究所（2024）ジオ・ステーション（Geo-Station）．https://www.geo-stn.bosai.go.jp/（閲覧日：2025年3月10日）

土居繁雄・長谷川　潔（1956）5万分の1地質図幅「倶知安」及び同説明書．北海道開発庁，47p.

土居繁雄・松井公平・藤原哲夫（1958）5万分の1地質図幅「豊浦」及び同説明書．北海道開発庁，40p.

遠藤邦彦（2015）日本の沖積層．冨山房インターナショナル，東京，415p.

Feebrey, C. A.（1995）Petrology and geochemistry of the Toya ignimbrites & postcaldera volcanism, Toya caldera, SW Hokkaido, Japan: implications for island arc caldera evolution. Doctoral dissertation, Hokkaido University, 185p.

藤原哲夫（1954）5万分の1地質図幅「壮渓珠」及び同説明書．北海道開発庁，82p.

古澤　明（2003）洞爺火山灰降下以降の岩手火山のテフラの識別．地質学雑誌，**109**，1–19.

鴈澤好博・臼井理沙・田中　瞳・東　剛（2007）SAR 法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年代測定．地質学雑誌，**113**，470–478.

Ganzawa, Y. and Ike, M.（2011）SAR-RTL dating of single grains of volcanic quartz from the late Pleistocene Toya Caldera. *Quaternary Geochronology*, **6**, 42–49.

Goto, Y. and Johmori, A.（2014）Resistivity structure of the Showa-Shinzan dome at Usu volcano, Hokkaido, Japan. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **59**, 1–11.

Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T. and Tomiya, A.（2018）Stratigraphy and lithofacies of the Toya Ignimbrite in southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the caldera-forming eruption at Toya caldera. *Journal of Geography*（*Chigaku Zasshi*）, **127**, 191–227.

Goto, Y., Miyoshi, M., Danhara, T. and Tomiya, A.（2020）Evolution of the Quaternary silicic volcanic complex of Shiribetsu, Hokkaido, Japan: an example of ignimbrite shield volcanoes in an island arc setting. *International Journal of Earth Sciences*, **109**, 2619–2642.

広川　治・村山正郎（1955）5万分の1地質図幅「岩内」及び同説明書．地質調査所，26p.

北海道電力株式会社（2016）泊発電所 火山影響評価について．https://www.da.nra.go.jp/view/NRA022002434?contents=NRA022002434-002-005#pdf=NRA022002434-002-005（閲覧日：2025年3月10日）

北海道電力株式会社（2017）泊発電所 地盤（敷地周辺の地質・地質構造）について 敷地及び岩内平野に分布する岩内層．https://www.hepco.co.jp/energy/atomic/safety_improve/info/pdf/examination_meeting_452_1.pdf（閲覧日：2025年3月10日）

北海道開発局農業水産部・北海道立地下資源調査所（1989）蘭越北部地区表層地質調査報告書—国営農用地開発事業調査計画地区—．45p.

北海道立地下資源調査所（1996）豊浦地区表層地質調査報告書—国営農地再編パイロット事業計画地区—．43p.

北海道立地質研究所（2004）北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集．北海道立地質研究所，220p.

胆振団体研究会（1987）クッタラ火山の火砕堆積物の ^{14}C年代と2つの層準の化石林．地球科学，**41**，188–193.

池田稔彦・勝井義雄（1986）洞爺カルデラの形成とその噴出物．日本火山学会1986年秋季大会講演予稿集，1.

石田正夫・曽屋龍典・須田芳朗（1980）20万分の1地質図幅「札幌」．地質調査所.

石田正夫・久保和也・広島俊男（1983）20万分の1地質図幅「室蘭」．地質調査所.

石田正夫・三村弘二・広島俊男（1991）20万分の1地質図幅「岩内（第2版）」．地質調査所.

Ito, H.（2014）Zircon U–Th–Pb dating using LA-ICP-MS: Simultaneous U–Pb and U–Th dating on the 0.1 Ma Toya Tephra, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **289**, 210–223.

角和善隆・中嶋　健・公文富士夫・松本　良・仲村祐哉・大井剛志・富山隆將・町山栄章（2013）日本海MD179航海において採取されたコアの層相と対比—上越沖海鷹海脚周辺—．石油技術協会誌，**78**，97–103.

川村弥生・紀藤典夫（2003）洞爺湖周辺における最終氷期前期の木材化石群集と森林植生の復元．植物史研究，**11**，73–85.

国府谷盛明・土居繁雄（1961）5万分の1地質図幅「狩太」及び同説明書．北海道立地下資源調査所，33p.

近堂祐弘（1962）北海道有珠火山周辺における第四紀火山砕屑物の粘土鉱物学的研究．地質学雑誌，**69**，362–377.

久保和也・石田正夫・成田英吉（1983）長万部地域の地質.

地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，70p.
工藤　崇(2018)十和田火山先カルデラ期噴出物に挟まれる洞爺火山灰．地質調査研究報告，**69**，31–36.
Lee, L.-W. (1996) Component analysis of lag breccia in the youngest Toya pyroclastic flow deposit; southewest Hokkaido, Japan. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **41**, 31–34.
町田　洋・新井房夫(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，東京，336p.
町田　洋・山縣耕太郎(1996)有珠山山麓における洞爺テフラの層序．日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編，第四紀露頭集―日本のテフラ―，日本第四紀学会，東京，48–49.
町田　洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史(1987)北日本を広くおおう洞爺火山灰．第四紀研究，**26**，129–145.
Matsumoto, A. and Nakagawa, M. (2019) Reconstruction of the eruptive history of Usu volcano, Hokkaido, Japan, inferred from petrological correlation between tephras and dome lavas. *Island Arc*, **28**, e12301. doi: 10.1111/iar.12301
Matsu'ura, T., Furusawa, A., Shimogama, K., Goto, N. and Komatsubara, J. (2014) Late Quaternary tephrostratigraphy and cryptotephrostratigraphy of deep-sea sequences (Chikyu C9001C cores) as tools for marine terrace chronology in NE Japan. *Quaternary Geochronology*, **23**, 63–79.
Matsu'ura, T., Komatsubara, J. and Ahagon, N. (2018) Using Late and Middle Pleistocene tephrostratigraphy and cryptotephrostratigraphy to refine age models of Holes ODP1150A and ODP1151C, NW Pacific Ocean: A cross-check between tephrostratigraphy and biostratigraphy. *Quaternary Geochronology*, **47**, 29–53.
湊　正雄・長谷川美行(1958)本邦熔結凝灰岩の研究 第1報 熱郛熔結凝灰岩について．地質学雑誌，**65**，66–70.
Miyabuchi, Y., Okuno, M., Torii, M., Yoshimoto, M. and Kobayashi, T. (2014) Tephrostratigraphy and eruptive history of post-caldera stage of Toya Volcano, Hokkaido, northern Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **281**, 34–52.
中川光弘･松本亜希子･田近　淳･広瀬　亘･大津　直(2005)有珠火山の噴火史の再検討：寛文噴火(1663年)と明和噴火(1769年)に挟まれた17世紀末の先明和噴火の発見．火山，**50**，39–52.
中川光弘・宮坂瑞穂・三浦大助・上澤真平(2018)南西北海道，石狩低地帯におけるテフラ層序学：支笏ー洞爺火山地域の噴火履歴．地質学雑誌，**124**，473–489.
Nakagawa, M., Matsumoto, A. and Yoshizawa, M. (2022) Re-investigation of the sector collapse timing of Usu volcano, Japan, inferred from reworked ash deposits caused by debris avalanche. *Frontiers in Earth Science*, **10**, 96704. doi: 10.3389/feart.2022.967043
Newhall, C. G. and Self, S. (1982) The volcanic explosivity index (VEI) : An estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research*, **87**(C2), 1231–1238.
奥村晃史・寒川　旭(1984)洞爺火砕流(Tpfl)の分布と絶対年代．火山，第2集，**29**，338.
大島弘光(2006)北海道のカルデラ―カルデラの重力異常―．月刊地球，**28**，103–109.
太田良平(1956) 5万分の1地質図幅「虻田」及び同説明書．地質調査所，76p.
Pyle, D. M. (1989) The thickness, volume and grainsize of tephra fall deposits. *Bulletin of Volcanology*, **51**, 1–15.
斎藤正次・上村不二雄・大沢あつし(1952) 5万分の1地質図幅「茅沼」及び同説明書．北海道開発庁，46p.
斎藤昌之・藤原哲夫・石山昭三・松井公平(1956) 5万分の1地質図幅「留寿都」及び同説明書．北海道開発庁，14p.
産業技術総合研究所(2018)カルデラ形成噴火堆積物の噴出量．平成29年度原子力規制庁委託研究報告書 火山影響評価技術知見の整備，原子力規制庁，305–361，https://www.nra.go.jp/data/000256405.pdf (閲覧日：2025年3月10日)
産業技術総合研究所(2019)カルデラ形成噴火堆積物の噴出量．平成30年度原子力規制庁委託研究報告書 火山影響評価技術知見の整備，原子力規制庁，261–275，https://www.nra.go.jp/data/000317626.pdf (閲覧日：2025年3月10日)
産業技術総合研究所(2020)巨大噴火の噴火準備・進展過程に関する調査・研究．平成31年度原子力規制庁委託研究報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究，原子力規制庁，19–42，https://www.nra.go.jp/data/000319280.pdf (閲覧日：2025年3月10日)
産業技術総合研究所(2021)巨大噴火の噴火準備・進展過程に関する調査・研究．令和2年度原子力規制庁委託研究報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究，原子力規制庁，21–41，https://www.nra.go.jp/data/000360184.pdf (閲覧日：2025年3月10日)
産総研地質調査総合センター (2024a) 20万分の1日本火山図(Ver. 1.1)．https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/ (閲覧日：2025年3月10日)
産総研地質調査総合センター (2024b) 20万分の1日本シームレス地質図V2 (2024年9月6日版)．https://gbank.gsj.jp/seamless/ (閲覧日：2025年3月10日)
佐藤博之・山口昇一・曽屋龍典・松田武雄・須田芳朗(1972) 20万分の1地質図幅「苫小牧」．地質調査所．
白井正明・多田隆治・藤岡換太郎(1997) ODP日本海試料との対比に基づく男鹿半島安田海岸更新世中ー後期テフラの同定と年代．第四紀研究，**36**，183–196.
鈴木　守・松井公平・東　三郎・大場与志男(1970)伊達町の地質．伊達町，69p.
曽屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺　幾久子・東宮昭彦(2007)有珠火山地質図(第2版)．火山地質図，no. 2，産総研地質調査総合センター.

宝田晋治・吉本充宏・北川淳一・平賀正人・山元孝広・川辺禎久・高田　亮・中野　俊・星住英夫・宮城磯治・西村裕一・三浦大助・廣瀬　亘・石丸　聡・垣原康之・遠藤祐司･野呂田　晋･新井田清信･石塚吉浩･工藤　崇･相沢幸治・本間宏樹・江草匡倫・石井英一・高橋　良（2001）有珠火山2000年噴火の降灰と火口近傍の状況. 地質調査研究報告，**52**，167–179.

高島　勲・山崎哲良・中田英二・湯川公靖（1992）北海道洞爺湖周辺の第四紀火砕岩及び火山岩のTL年代．岩鉱，**87**，197–206.

東宮昭彦・宮城磯治（2020）洞爺噴火の年代値．火山，**65**，13–18.

Uesawa, S., Nakagawa, M. and Umetsu, A.（2016）Explosive eruptive activity and temporal magmatic changes at Yotei volcano during the last 50,000 years, southwest Hokkaido, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **325**, 27–44.

Vineberg, S. O., Albert, P. G., McLean, D., Suzuki, T., Staff, R. A., Yamada, K., Kitaba, I., Kitagawa, J., Manning, C. J., Buckland, H. M., Jones, G., Nishizawa, F., SG14 Project Members, Nakagawa, T. and Smith, V. C.（2024）A detailed record of large explosive eruptions from Japan between ~120 and 50 ka preserved at Lake Suigetsu. *Quaternary Science Reviews*, **346**, 109021. doi: 10.1016/j.quascirev.2024.109021

和田信彦・八幡正弘・大島弘光・横山英二・鈴木豊重（1988）西胆振地域の地質と地熱資源．地下資源調査尾調査研究報告，93p.

Waelbroeck, C., Labeyrie, L., Michel, E., Duplessy, J. C., Mcmanus, J. F., Lambeck, K., Balbon, E. and Labracherie, M.（2002）Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records. *Quaternary Science Reviews*, **21**, 295–305.

渡部真人・山田悟郎・赤松守雄・中田幹雄（1989）北海道南部岩内平野に分布する未区分第四系の層序．北海道開拓記念館研究報告，no. 28，7–18.

八木浩司・早田　勉（1989）宮城県中部および北部に分布する後期更新世広域テフラとその層位．地学雑誌，**98**，39–53.

八幡正弘・鈴木隆広・西戸裕嗣・八木公史（2014）西南北海道，洞爺湖地域の新生代後期の熱水活動．資源地質，**64**，1–17.

山縣耕太郎・町田　洋（1996）北海道伊達における洞爺テフラとその上位の諸テフラ．日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編，第四紀露頭集—日本のテフラ—，日本第四紀学会，東京，50.

山岸宏光（1984）5万分の1地質図幅「歌棄」及び同説明書．北海道開発庁，40p.

山岸宏光・国府谷盛明・安藤重幸（1976）5万分の1地質図幅「島古丹」及び同説明書．北海道立地下資源調査所，24p.

横山勝三（1970）姶良カルデラ北方の入戸火砕流堆積物とその地形．地理学評論，**43**，464–482.

EXPLANATION TEXT OF DISTRIBUTION MAP OF TOYA IGNIMBRITE AND ASSOCIATED DEPOSITS, TOYA CALDERA, JAPAN

1:250,000

TAKARADA Shinji[*], NAKAGAWA Mitsuhiro[**], AMMA-MIYASAKA Mizuho[**], GOTO Yoshihiko[***] and KANEDA Yasuaki[*,****,*****]

Abstract

The distribution of Toya Ignimbrite that erupted from Toya Caldera at 109 ka ±3 ka was compiled based on the latest research results. This report shows the present distribution of Toya Ignimbrite together with the distributions of the upper surface level of the ignimbrite, the thickness of the ignimbrite deposit, the maximum diameters of pumice and lithic fragments, and the alignment of the pumice clasts in the ignimbrite deposit. The report also contains information on eruptive products associated with Toya Ignimbrite. The present Toya Ignimbrite distributes up to approximately 47 km from the center of Toya Caldera. Reconstructed distribution of Toya Ignimbrite suggests that the ignimbrite reached a maximum distance of 59 km NW from the center of Toya Caldera. The total volume of the erupted magma during the eruption is estimated as ca. 62–104 km^3 in dense rock equivalent (DRE), including 27–34 km^3 (DRE) of the Toya Ash and 35–70 km^3 (DRE) of Toya Ignimbrite. This value corresponds to VEI 7.

* AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology
** Hokkaido University
*** Muroran Institute of Technology
**** Ibaraki University
***** The Secretariat of the Nuclear Regulation Authority (Current position)

付図：洞爺火砕流堆積物及び関連する堆積物の代表的な露頭写真

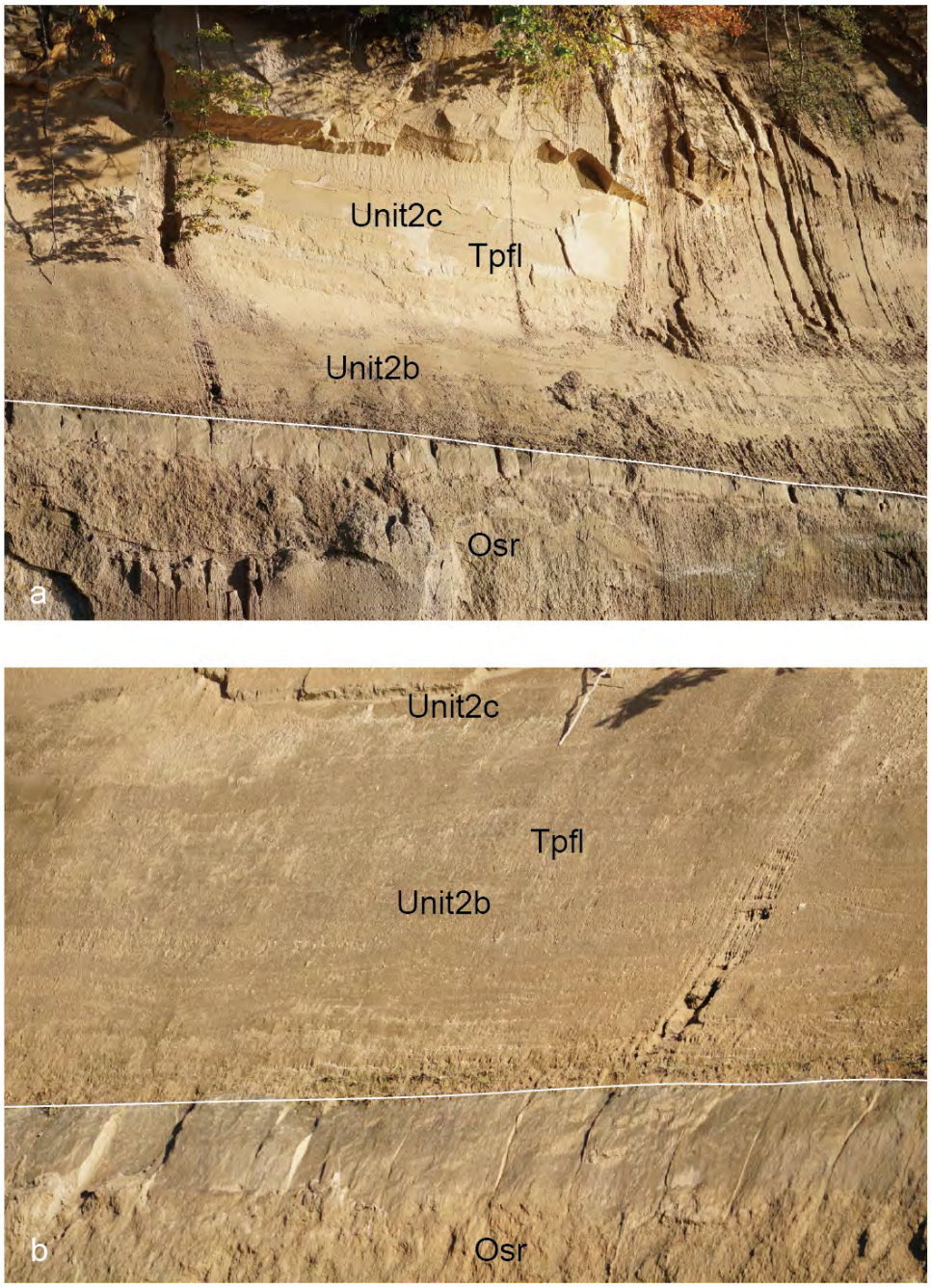
Appendix: Photographs of representative outcrops of Toya Ignimbrite and associated deposits



付図 1　洞爺火砕流堆積物の産状．a. 非溶結の洞爺火砕流堆積物（Tpfl；層厚 30 m）．b. 上位の層は洞爺火砕流堆積物と下位の層は長流川火砕流堆積物（Osr；層厚 8 m）．

Fig. A1　Occurence of Toya Ignimbrite. a. Non-welded Toya Ignimbrite (Tpfl; thickness 30 m). b. The upper layer is Toya Ignimbrite and the lower layer is Osarugawa Ignimbrite (Osr; thickness 8 m).

撮影地点：洞爺湖町伏見（42° 39'44"N, 140° 45'25"E）2022年撮影



付図 2　洞爺火砕流堆積物下部の産状．a. 洞爺火砕流堆積物（Tpfl；層厚 15 m）と下位の長流川火砕流堆積物（Osr；層厚 8 m）．b. 洞爺火砕流堆積物下部に見られる成層した火砕サージ堆積物（Unit 2b）．

Fig. A2　Occurence of lower part of Toya Ignimbrite. a. Toya Ignimbrite (Tpfl; thickness 15 m) with the underlying Osarugawa Ignimbrite (Osr; thickness 8 m). b. cross stratification in pyroclastic surge deposit at the lower part of Toya Ignimbrite (Unit 2b).

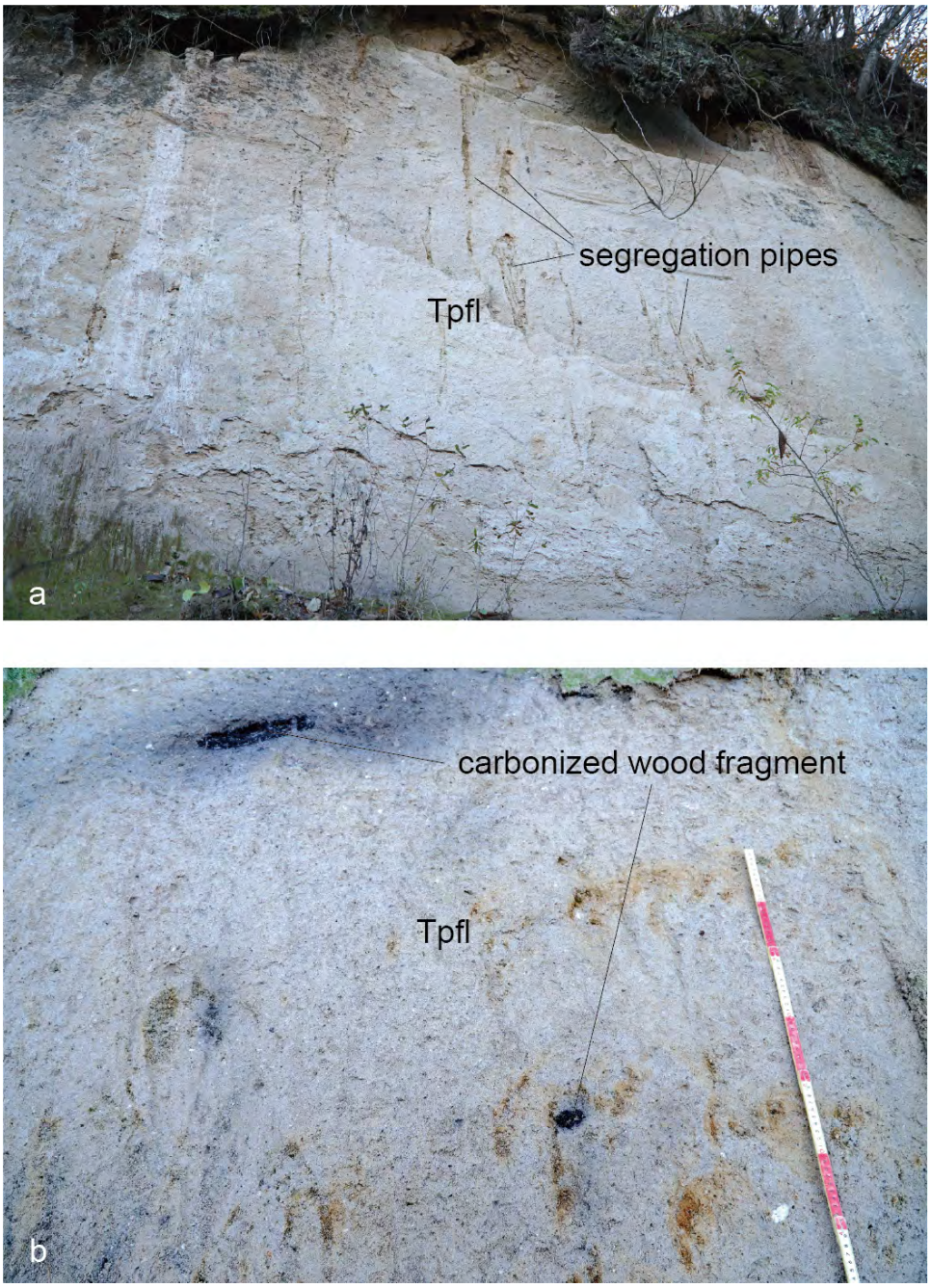
撮影地点：上館山町長流川沿い（42° 31'19"N, 140° 52'07"E）2022年撮影



付図 3　洞爺火砕流堆積物の近傍相．多数の白色軽石を含む．Unit 5b.

Fig. A3　Proximal facies of Toya Ignimbrite, containing abundant white pumices. Unit 5b.

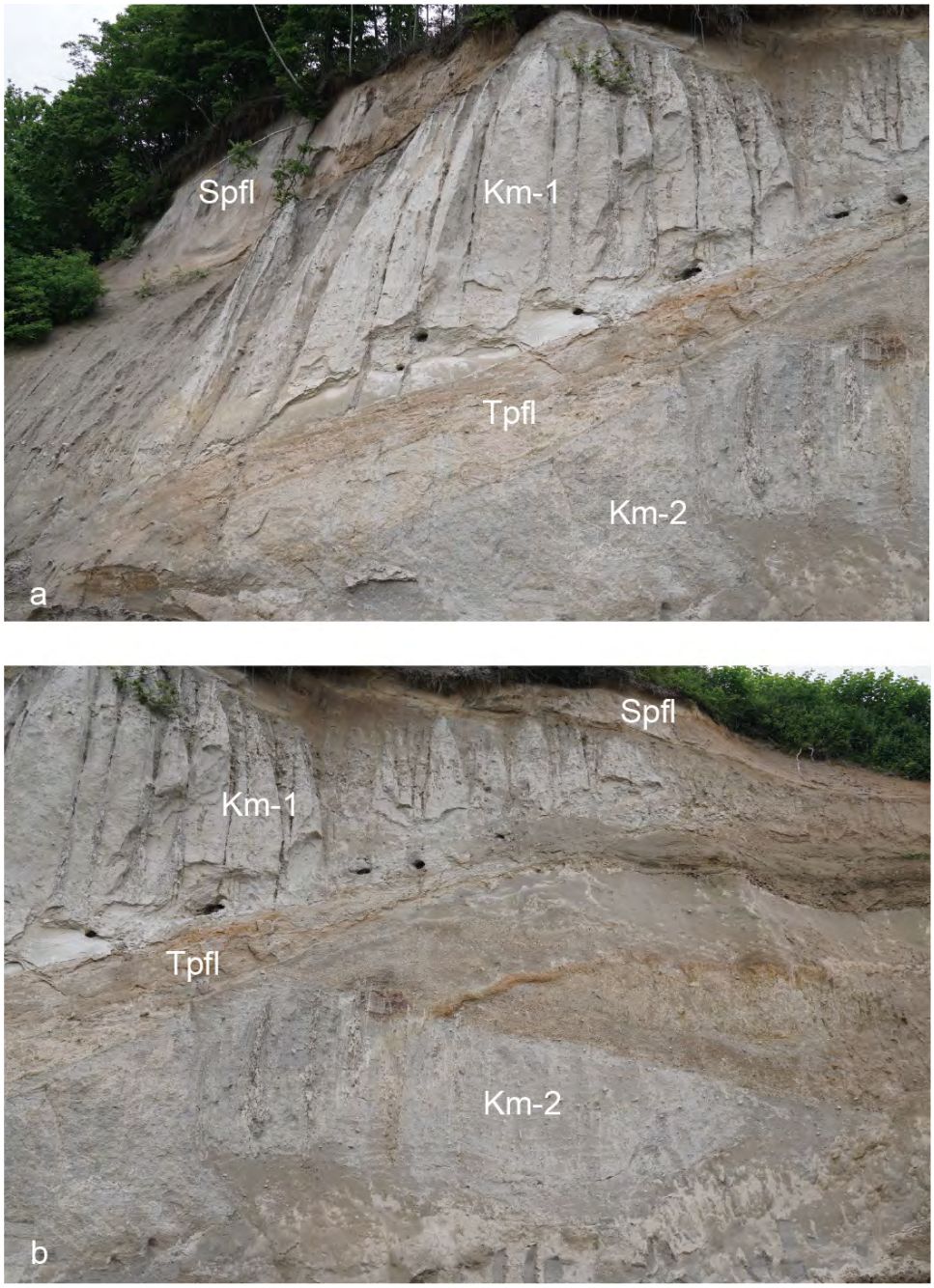
撮影地点：伊達市西関内町（42° 31'41"N, 140° 52'40"E）2022年撮影



付図 4　洞爺火砕流堆積物の遠方相（Tpfl Unit 5b；層厚 12 m）．a. 脱ガスパイプが見られる．b. 洞爺火砕流堆積物の拡大．数cm以下の軽石，炭化木片を含む．

Fig. A4　Distal facies of Toya Ignimbrite (Tpfl Unit 5b; thickness 12 m). a. Escape pipes are observed. b. Toya Ignimbrite containing small (<3 cm) pumices and carbonized wood fragments

撮影地点：黒松内町熱郛（42° 40'16"N, 140° 21'21"E）2022年撮影



付図 5　洞爺火砕流堆積物，喜茂別火砕流堆積物，支笏火砕流堆積物の産状．a. 支笏火砕流堆積物（Spfl；層厚 12 m），喜茂別 1 火砕流堆積物（Km-1；15 m），洞爺火砕流堆積物（Tpfl；2 m），喜茂別 2 火砕流堆積物（Km-2；15 m）．b. 支笏火砕流堆積物（Spfl；層厚 3 m），喜茂別 1 火砕流堆積物（Km-1；<15 m），洞爺火砕流堆積物（Tpfl；<2 m），喜茂別 2 火砕流堆積物（Km-2；20 m）．

Fig. A5 Occurrence of Toya Ignimbrite, Kimobetu Ignimbrite and Shikotsu Ignimbrite. a. Shikotsu Ignimbrite (Spfl; thickness 10 m), Kimobetsu 1 Ignimbrite (Km-1; 15 m), Toya Ignimbrite (Tpfl; 2 m) and Kimobetsu 2 Ignimbrite (Km-2; 15 m). b. Shikotsu Ignimbrite (Spfl; thickness 3 m), Kimobetsu 1 Ignimbrite (Km-1; <15 m), Toya Ignimbrite (Tpfl; <2 m) and Kimobetsu 2 Ignimbrite (Km-2; 20 m).

撮影地点：喜茂別町相川（42° 48'15"N, 140° 55'23"E）2023 年撮影



付図 6　洞爺火山灰の遠方相（Toya Ash；層厚約 10 cm）.

Fig. A6 Distal facies of Toya Ash (ca. 10 cm in thickness).

撮影地点：十和田市子ノ口（40° 30'02"N, 140° 55'41"E）2013年工藤　崇氏撮影

文献引用例

宝田晋治・中川光弘・宮坂瑞穂・後藤芳彦・金田泰明（2025）洞爺カルデラ洞爺火砕流堆積物分布図．大規模火砕流分布図, no. 5，産総研地質調査総合センター，25p.

Bibliographic reference

Takarada, S., Nakagawa, M., Amma-Miyasaka, M., Goto, Y. and Kaneda, Y. (2025) Distribution Map of Toya Ignimbrite and associated deposits, Toya Caldera, Japan. Distribution map of large-volume ignimbrites in Japan, no. 5, Geological Survey of Japan, AIST, 25p. (in Japanese with English abstract).

大規模火砕流分布図 5

洞爺カルデラ洞爺火砕流堆積物分布図

令和 7 年 3 月 31 日発行

令和 7 年 10 月 23 日修正

国立研究開発法人　産業技術総合研究所

地質調査総合センター

〒 305-8567　茨城県つくば市東 1-1-1　中央事業所 7 群

https://www.gsj.jp/inquiries/index.html

Distribution Map of Large-Volume Ignimbrites in Japan 5

Distribution Map of Toya Ignimbrite and associated deposits, Toya Caldera, Japan

Published on March 31, 2025

Revised on October 23, 2025

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, 305-8567, JAPAN

https://www.gsj.jp/inquiryEN.html

© 2025 AIST

AIST24-G14205-2