大規模火砕流分布図 No. 4
DISTRIBUTION MAP OF LARGE-VOLUME IGNIMBRITES IN JAPAN No. 4

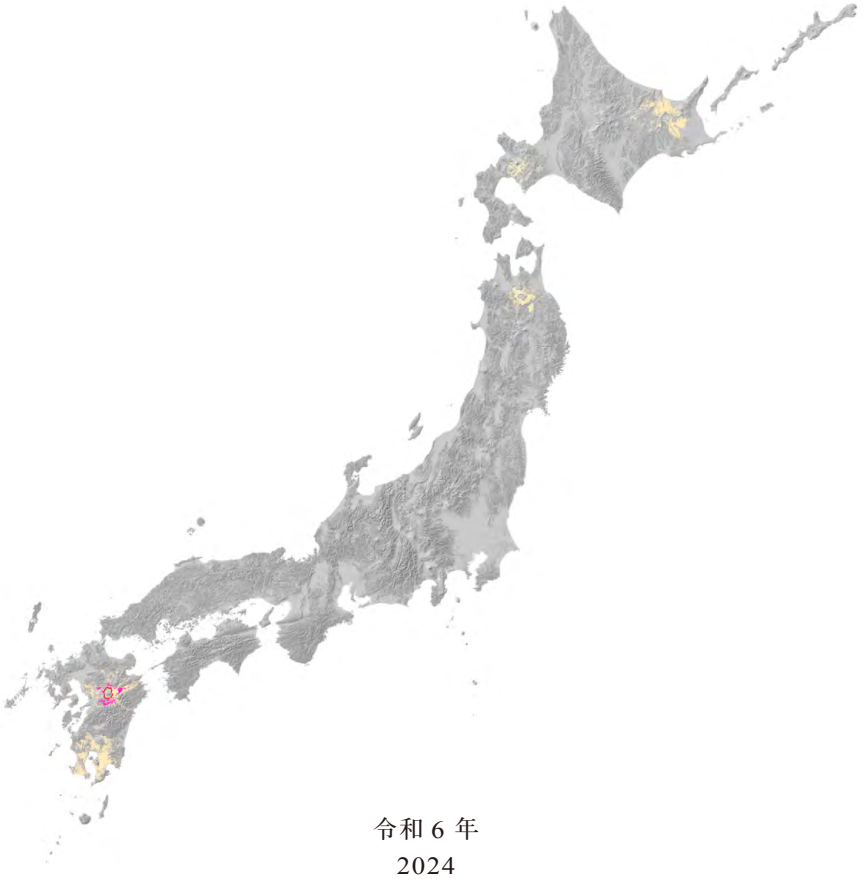
阿蘇カルデラ阿蘇 3 火砕流堆積物分布図
説　明　書

EXPLANATORY TEXT OF DISTRIBUTION MAP OF ASO-3 IGNIMBRITE AND ASSOCIATED DEPOSITS, ASO CALDERA, JAPAN

1:250,000

星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎　雅・金田泰明・下司信夫

HOSHIZUMI Hideo, TAKARADA Shinji, MIYABUCHI Yasuo, MIYAGI Isoji,
YAMASAKI Tadashi, KANEDA Yasuaki and GESHI Nobuo



令和 6 年
2024

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　阿蘇カルデラと阿蘇 3 噴火 …… 1
2. 1　阿蘇カルデラ周辺の基盤岩類及び火山岩類 …… 1
2. 2　阿蘇カルデラの噴火活動史 …… 1
2. 3　阿蘇 3 噴火の推移と阿蘇 3 火砕流堆積物 …… 3
2. 4　阿蘇 3 火山灰及び阿蘇 3 噴火の年代 …… 6
第 3 章　阿蘇 3 火砕流堆積物分布図 …… 7
3. 1　分布 …… 7
3. 2　堆積物上面高度分布 …… 7
3. 3　層厚分布 …… 10
3. 4　軽石，スコリア及び石質岩片の最大粒径 …… 10
3. 5　軽石及びスコリアの長軸配列方向 …… 10
第 4 章　阿蘇 3 噴火の噴出量 …… 10
4. 1　阿蘇 3 火砕流堆積物の噴出量推定 …… 10
4. 2　阿蘇 3 火山灰及び阿蘇 3W 降下軽石の噴出量推定 …… 10

謝辞・出典 …… 16
引用文献 …… 16
Abstract …… 19
付図 …… 20–25
付録 …… 26

図 表 目 次

第 1 図　中部九州の地質概略図 …… 2
第 2 図　阿蘇火山の主要噴出物の層序及び年代 …… 4
第 3 図　阿蘇 3W 降下軽石の等層厚線 …… 5
第 4 図　阿蘇 3 火山灰の層厚分布 …… 6
第 5 図　阿蘇 3 火砕流堆積物の分布 …… 8
第 6 図　阿蘇 3 火砕流堆積物の上面高度分布 …… 9
第 7 図　阿蘇 3 火砕流堆積物の層厚分布（単位 : m）…… 11
第 8 図　阿蘇 3 火砕流堆積物に含まれる軽石及びスコリアの最大粒径分布 …… 12
第 9 図　阿蘇 3 火砕流堆積物に含まれる石質岩片の最大粒径分布 …… 13
第 10 図　阿蘇 3 火砕流堆積物中の軽石及びスコリアの長軸分布 …… 14
第 11 図　阿蘇 3 火砕流堆積物の分布と層厚 …… 15

付図 1　阿蘇 3B 火砕流堆積物の溶結部 …… 20
付図 2　阿蘇 3B 火砕流堆積物の溶結部 …… 21
付図 3　阿蘇 3C 火砕流堆積物の弱溶結部 …… 22
付図 4　阿蘇 3B 火砕流堆積物の溶結部 …… 23
付図 5　阿蘇 3B 火砕流堆積物の非溶結部 …… 24
付図 6　阿蘇 3A 火砕流堆積物の非溶結部 …… 25

阿蘇カルデラ阿蘇3火砕流堆積物分布図　説明書

星住英夫[*]・宝田晋治[*]・宮縁育夫[*,**]・宮城磯治[*]・山崎　雅[*,***]・金田泰明[*,****]・下司信夫[*]

第1章　はじめに

阿蘇カルデラは，九州中央部に位置する南北約25 km，東西約18 kmの国内最大級のカルデラである．この阿蘇カルデラからはこれまでに4回の大規模火砕流噴火が発生し，古い方から阿蘇1，阿蘇2，阿蘇3，阿蘇4火砕流堆積物がカルデラ周囲に堆積した．本報告は，このうち阿蘇3火砕流堆積物の分布，堆積物上面高度，層厚，軽石・スコリア及び岩片の最大粒径，軽石・スコリアの長軸配列方向や阿蘇3火砕流に伴う降灰層厚などをとりまとめたものである

第2章　阿蘇カルデラと阿蘇3噴火

2.1　阿蘇カルデラ周辺の基盤岩類及び火山岩類[1)]

阿蘇カルデラの位置する中部九州地域は鮮新世～第四紀の火山噴出物に広く覆われている．大分県北東端の姫島から南南西方向に両子山，鶴見岳，九重山そして阿蘇山の各火山が配列し，火山フロントをなしている．また，九州を東西に横断する別府–島原地溝（松本，1979）には，火山フロントから背弧に向かって鶴見岳，由布岳，九重山，阿蘇山，雲仙岳などの活火山が東北東–西南西方向に配列している（第1図）．

中部九州地域では，阿蘇カルデラ以外の地域でも大規模火砕流の噴出が繰り返し発生している．九重火山北方の猪牟田カルデラからは，耶馬溪火砕流（1.0 Ma）と今市火砕流（0.85 Ma）が噴出した（Kamata，1989；鎌田ほか，1994）．また由布川火砕流（0.6 Ma；星住ほか，1988；星住・鎌田，1991）や九重火山起源の宮城火砕流（0.15 Ma），下坂田火砕流（0.11 Ma），飯田火砕流（0.054 Ma）（小野ほか，1977；鎌田ほか，1998；長岡・奥野，2015）などのカルデラを伴わない規模の火砕流の噴出も知られている．

1)　2.1節「阿蘇火山周辺の基盤岩類及び火山岩類」，及び2.2節「阿蘇火山の噴火活動史」は，「大規模火砕流分布図3 阿蘇4火砕流分布図」，「大規模火砕流分布図3 阿蘇4火砕流分布図」で内容が共通するため，ほぼ同一の解説文を用いている．

2.2　阿蘇カルデラの噴火活動史

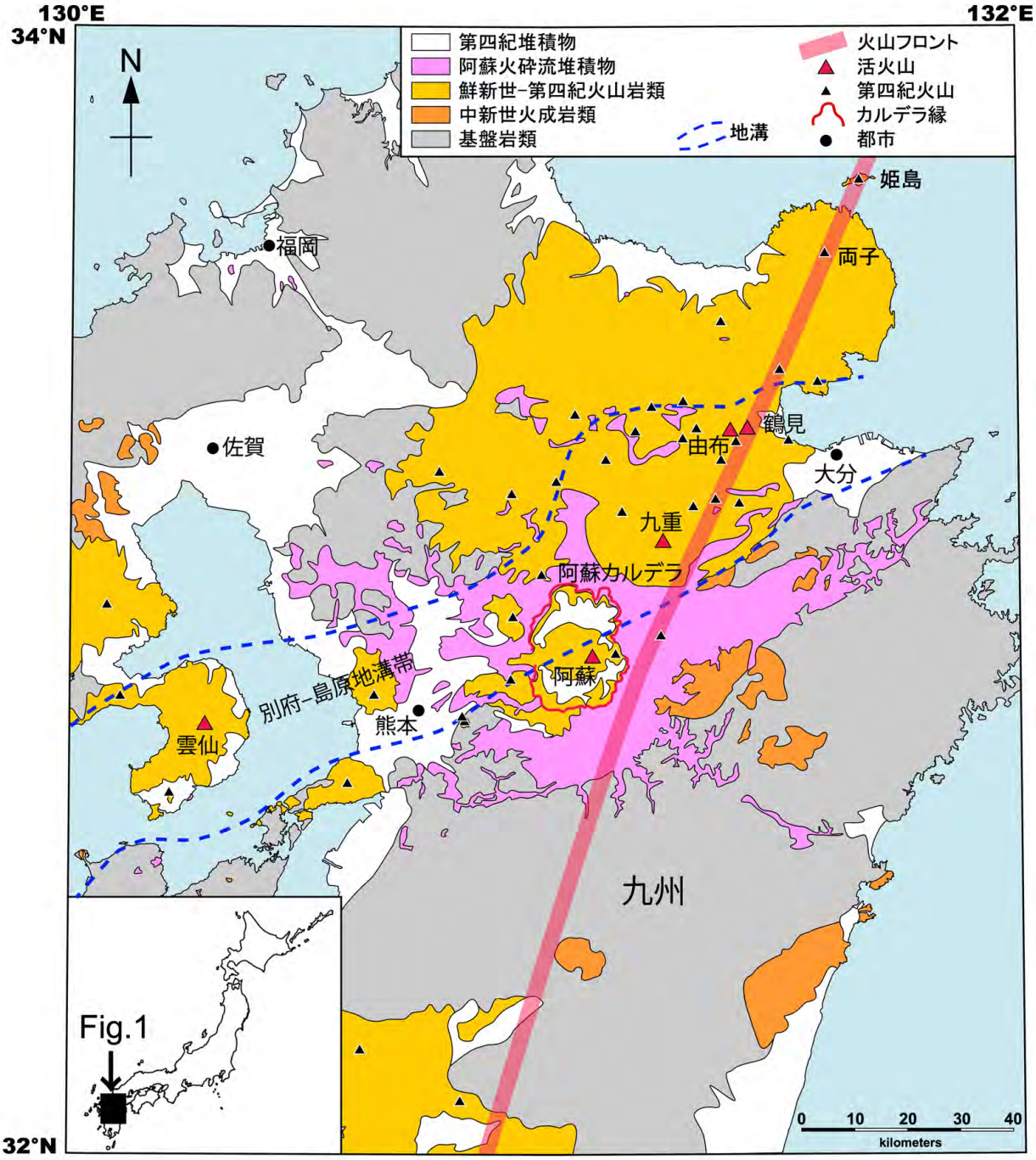
阿蘇火山は，九州中央部に位置する複成のカルデラ火山である．阿蘇カルデラの地形的カルデラ壁は，南北約25 km，東西約18 km，比高300～700 mであり，国内最大級の大きさを誇る．カルデラの内側には堆積物で埋積された平坦なカルデラ底が広がり，その中央部には東西に延びる後カルデラ中央火口丘群（以下，中央火口丘群）がある．中央火口丘群は，現在も活発な噴火活動を繰り返す中岳のほか，いくつもの完新世の若い火山体を含む活火山群である（小野・渡辺，1985）．本論では，阿蘇カルデラとそれに伴う中央火口丘群を阿蘇火山と総称し，4回の大規模火砕流噴火によって形成された陥没凹地及び陥没構造を阿蘇カルデラと呼ぶ．

阿蘇火山噴出物は，全岩化学組成がカリウムやナトリウムなどのアルカリ元素に富み（小野ほか，1977；小野・渡辺，1983など），阿蘇火山周辺に分布し阿蘇火山より古い先阿蘇火山岩類（小野，1965）や，阿蘇火山と同時代の九重火山などの火山岩とは明確に異なる特徴を示す．

阿蘇火山は，繰り返し大規模火砕流を放出し，現在の阿蘇カルデラを形成した．小野ほか（1977）は，間に顕著な休止期を挟まない一連の噴火活動を“噴火サイクル”と呼び，阿蘇火山では大規模な火砕流を放出する“噴火サイクル”が4回あったことを明らかにし，それぞれの噴火サイクルで噴出した火砕流堆積物を古い方から阿蘇1，阿蘇2，阿蘇3，阿蘇4火砕流堆積物[2)]と呼んだ．本報告ではこれらの大規模火砕流噴火を，それに伴う降下テフラの活動も含めて，阿蘇1噴火，阿蘇2噴火，阿蘇3噴火，阿蘇4噴火と呼ぶこととする．阿蘇1，2火砕流堆積物は，カルデラからおよそ20～30 kmまで分布を確認できる．阿蘇3火砕流堆積物は

2)　阿蘇3火砕流の表記として，“Aso-3火砕流”（小野ほか，1977；小野・渡辺，1985など）や“阿蘇–3火砕流”（今井ほか，1982；星住ほか，1988など）という表記がこれまで使われてきたが，火砕流に由来する広域火山灰は阿蘇3火山灰と呼ばれ（町田・新井，1992，2003など），表記が統一されていない．ここでは，星住ほか（2015）などと同様に，“阿蘇3火砕流”という表記を用いる．阿蘇1，2，4火砕流なども同様に表記する．

*活断層・火山研究部門，**熊本大学，***原子力規制庁，****茨城大学



第1図　中部九州の地質概略図．Miyagi *et al.*（2023）を一部修正．20万分の1日本シームレス地質図V2（産総研地質調査総合センター，2022）を簡略化して作成．

Fig. 1　Schematic geologic map of central Kyushu. Partly modified from Miyagi *et al.* (2023). Geologic map is simplified from Seamless digital geological map of Japan V2, 1: 200,000 (Geological Survey of Japan, 2022). (Link: English Version)

九州東岸にまで，阿蘇4火砕流堆積物は長崎県島原半島や山口県にも分布する．これらの大規模火砕流噴火の間には，大規模火砕流噴火よりは小規模な降下火砕物や溶岩を放出する噴火活動が知られている（小野ほか，1977；星住ほか，2022）．

阿蘇火山噴出物の層序の概略を第2図にとりまとめた．阿蘇火山の最初期の噴出物は，阿蘇カルデラ東縁に分布する約28万年前に噴出した古閑（こが）溶岩である．古閑溶岩は安山岩溶岩で，他の阿蘇火山噴出物と同様に，先阿蘇火山岩類に比べてアルカリ元素に富む全岩化学組成をもつことから阿蘇火山の噴出物とみなされる．古閑溶岩は土壌層をはさんで阿蘇1火砕流堆積物に覆われる（田島ほか，2017）．

阿蘇1噴火は約27万年前（松本ほか，1991）に発生した阿蘇火山最初の大規模火砕流噴火である．その堆積物の基底部には降下軽石層を伴う（小野ほか，1977）．田島ほか（2017）は，阿蘇1噴火堆積物を下位から阿蘇1P降下火砕堆積物，阿蘇1火砕流堆積物の主部であるデイサイト質の阿蘇1A火砕流堆積物，阿蘇1噴火末期の玄武岩質安山岩質の阿蘇1B火砕流堆積物に区分した．

阿蘇1噴火と阿蘇2噴火の間には，溶岩流（阿蘇2/1溶岩）や降下火砕物（阿蘇2/1テフラ群）の噴火が知られている．阿蘇2/1溶岩は，カルデラ東方の玉来川（たまらいがわ）溶岩（小野ほか，1977），カルデラ北縁の象ヶ鼻溶岩及び北西縁の的石溶岩（小野・渡辺，1983），カルデラ西縁付近の外牧（ほかまき）溶岩（渡辺ほか，2021）のほか，カルデラ西方では秋田溶岩（渡辺・小野，1969）が知られている．また同じくカルデラ西方の赤井火山もこの時期に砥川（とがわ）溶岩を流下させた（渡辺・小野，1969）．阿蘇2/1テフラ群は，小野ほか（1977）にその存在が記されているが詳細な層序は報告されていない．

阿蘇2噴火は約14万年前（松本ほか，1991）に発生した．その噴出物は下位から阿蘇2A火砕流堆積物，阿蘇2B火砕流堆積物（渡辺・小野，1969），阿蘇2T降下スコリア（小野ほか，1977）である．阿蘇2A火砕流堆積物の下位には，阿蘇2R火砕流堆積物（小野・渡辺，1974），阿蘇2TL降下軽石，阿蘇2V降下スコリア（小野ほか，1977）が報告されている．これらのユニットは，2A火砕流の噴出に先行する噴火堆積物であるが相互の噴出順序はよくわかっていない．

阿蘇2噴火と阿蘇3噴火の間には軽石を含む降下火砕物（阿蘇3/2テフラ群）の噴出が知られており，その噴出物は下位からS，R，OPQ，Uと呼ばれる（小野ほか，1977）．このうち，3回目のOPQテフラが最も規模が大きい．

阿蘇3噴火は約13万年前に発生した大規模火砕流噴火である．阿蘇3噴火の推移や年代の詳細については次章で記述する．

阿蘇3噴火と阿蘇4噴火の間には，37層以上の降下火砕物（阿蘇4/3テフラ群）を噴出した活動が認められる．この間の噴火活動は苦鉄質スコリア噴火から始まり，徐々に噴火間隔が短くなってから珪長質軽石噴火へ変化し噴火規模が大きくなった．阿蘇4火砕流噴出の約1万年前からは噴火頻度が低下し，斑晶組み合わせも変化した（星住ほか，2022）．また，阿蘇カルデラ西方の大峯（大峰）火山[3)]は，阿蘇4噴火前の近い時期に噴出したもので，火砕丘と厚い溶岩流から構成される（渡辺・小野，1969）．

阿蘇4噴火は約9万年前に発生した阿蘇火山最大の噴火である．松本ほか（1991）は，阿蘇4火砕流堆積物のK–Ar年代測定値として89±7 kaを報告した．長橋ほか（2004, 2007）は琵琶湖の湖底堆積物や長野県高野層中の阿蘇4火山灰の層位と酸素同位体比との対応から，阿蘇4噴火を88.0 kaとした．Aoki（2008）は北西太平洋海洋底のコア中の阿蘇4火山灰の層位と酸素同位体比から，阿蘇4噴火の年代を87 kaとしている．Albert *et al.*（2019）は，阿蘇4火砕流堆積物中の角閃石結晶の$^{40}Ar/^{39}Ar$年代値として86.1±1.1 kaを報告している．阿蘇4噴火は下位から第1期～第4期の4つのステージに区分される（星住ほか，2023）．第1期の噴出物は黒雲母斑晶を含む降下軽石と同質の小規模な火砕流堆積物（阿蘇4X）である．第2期の噴出物は青灰色火山灰層（阿蘇4L）とそれを覆う角閃石をわずかに含む火砕流堆積物（阿蘇4S）である．第3期は，阿蘇4噴火の大部分を占めカルデラ周辺では顕著な岩片濃集層を伴う．カルデラ東側では阿蘇4A，カルデラ西側では6つのユニットに細分され，最上部にスコリア流堆積物を伴う．第4期は，強溶結の阿蘇4B火砕流堆積物，非溶結で薄く遠方まで流走した阿蘇4T火砕流堆積物，及び小規模なスコリア流堆積物である阿蘇4KS火砕流堆積物から構成される．

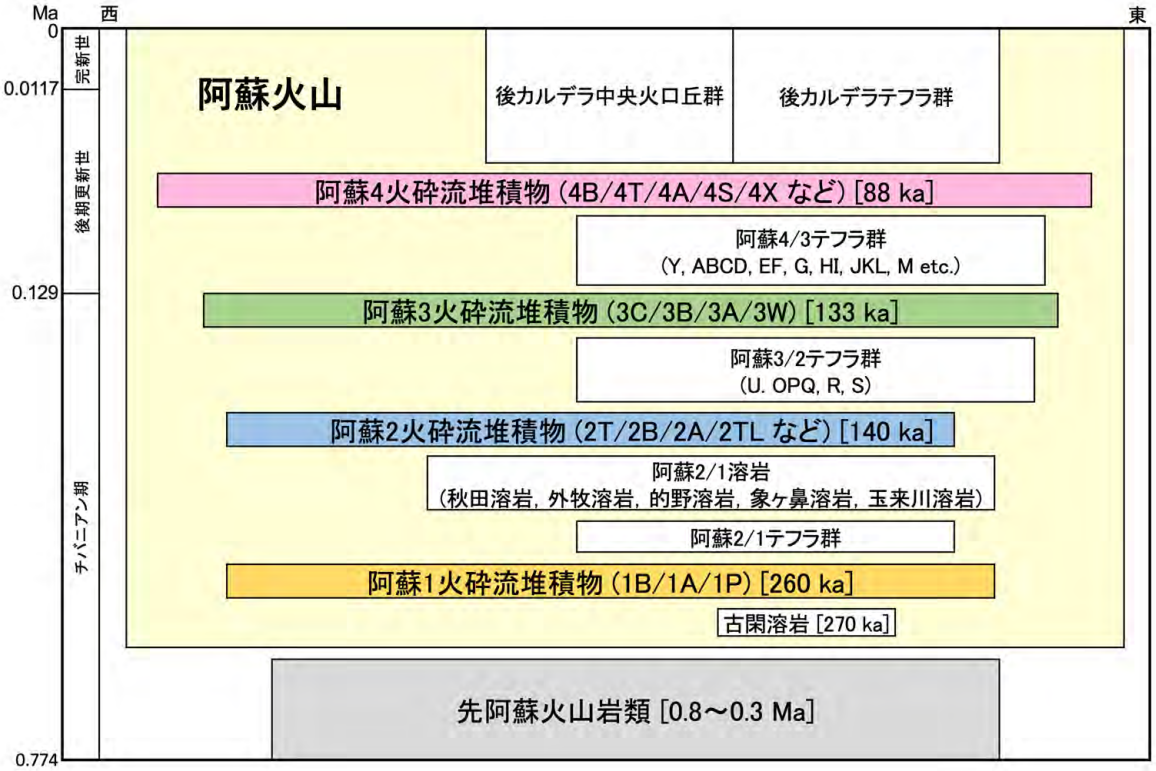
阿蘇4噴火のあと，カルデラ内に現在の中央火口丘群が生成された．中央火口丘群は，高岳（標高1592.3 m），中岳（1506 m），烏帽子岳（えぼしだけ）（1336.7 m），杵島岳（きしまだけ）（1326 m），往生岳（1237.5 m），米塚（こめづか）（954 m）などの山体の集合体であり，玄武岩質からデイサイト質の成層火山体，火砕丘，溶岩ドームからなる．また，これらの火山体の下位にはもとの火山体の形がわからないより古い噴出物が一部に露出している（小野・渡辺，1983，1985）．

中央火口丘群の噴火活動では，数10層にも及ぶ降下火砕物の噴出が認められる（宮縁ほか，2003，2004；Miyabuchi, 2009, 2011）．その多くは降下スコリア層であり，降下軽石層を伴っている．20世紀後半以降の噴火活動は，すべて中岳第1火口で起きている（気象庁，2013）．黒色砂状の火山灰を放出する灰噴火（小野ほか，1995；Ono *et al.*，1995）のほか，活発な時期にはスコリアを放出するストロンボリ式噴火やマグマ水蒸気爆発をしばしば起こしている（渡辺・池辺，1996；池辺ほか，2008；Miyabuchi *et al.*，2018）．

2．3　阿蘇3噴火の推移と阿蘇3火砕流堆積物

阿蘇3噴火は，降下軽石層（阿蘇3W降下軽石）を噴出する活動で開始し，大規模火砕流の噴出に移行した．阿蘇3火砕流堆積物は，本質物の種類や斑晶量の違いによって下位から3A,3B,3Cのサブユニットに区分される（小野ほか，1977）．具体的には，3Aが無斑晶状のデイサイト軽石，3Bが無斑晶状の安山岩スコリア，3Cが斑状の玄武岩質安山岩

[3)] 渡辺・小野（1969）は大峰火山と表記したが，地理院地図の地名表記にあわせて大峯火山と表記する．



第2図　阿蘇火山の主要噴出物の層序及び年代.

Fig. 2　Stratigraphy and chronology of the major products of Aso Volcano. (Link: English Version)

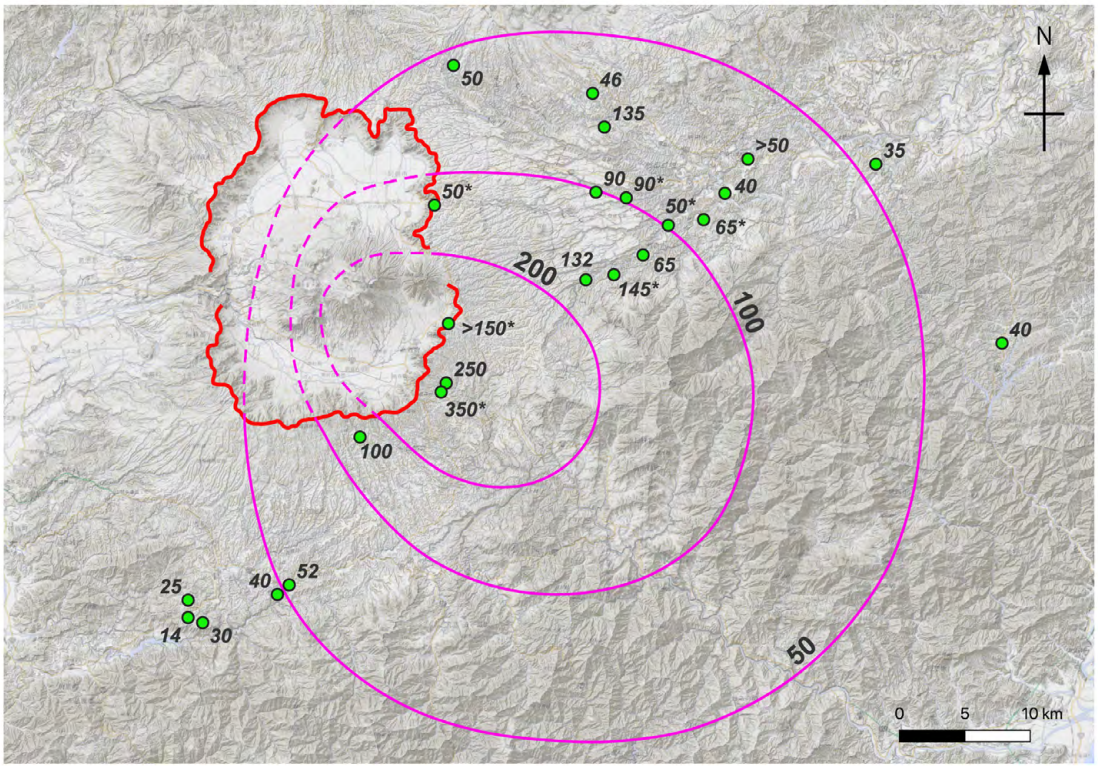
～安山岩スコリアを主体とする．あとで述べるように，3Aと3B，3Bと3Cの中間的な岩相を示すものも多い．Kaneko *et al.* (2015)は，阿蘇3噴出物の全岩化学組成と同位体組成から，珪長質，中間質，苦鉄質の3層からなる成層マグマ溜まりを推定した．

これらのサブユニット間には長い時間間隙を示す土壌層や顕著な侵食間隙などは認められないことから，ほぼ連続的に噴出・堆積したと考えられる．これらのユニットのうち，3Bがもっとも規模が大きく遠方まで流走した．カルデラ東北東方向の大野川沿いや東南東方向の五ヶ瀬川沿いでは海岸近くまで阿蘇3B火砕流堆積物の分布が認められる(吉岡ほか，1997；奥村ほか，2010)．カルデラ北西方向の最遠方筑紫平野地下でも阿蘇3B火砕流堆積物とよく似た岩相を示す(下山ほか，2010)．また熊本県北西部の和水町(なごみまち)付近でも阿蘇3B火砕流堆積物を確認した．阿蘇3A及び阿蘇3Cは概ねカルデラ壁から20～30 km以内の地域に主に分布している．

阿蘇3W降下軽石は，淘汰のよい白～灰白色の軽石層からなる．軽石はデイサイト質でスポンジ状に発泡し，微量の径1 mm以下の斜長石，直方輝石，単斜輝石を含む．軽石と同質の黒色ガラス質岩片をよく伴っている．また，ごくまれに黒色のスコリアが混入する場合がある．層厚はカルデラ南東方で最も厚い地点が観察されているので分布の主軸は南東方向なのであろう(第3図)．

阿蘇3A火砕流堆積物は，無斑晶状の輝石デイサイトの軽石流堆積物である．阿蘇3W降下軽石層を直接覆う．阿蘇3Aは基本的には非溶結であるが，堆積物が厚い場合には弱～強溶結である．阿蘇3Aの代表的な岩相は，非溶結の火山灰基質中に白～淡褐色の軽石を含むものであり，カルデラ東方の竹田市西部では軽石の最大粒径が30 cmに達する場合がある(小野ほか，1977)．阿蘇3Aは本質物として白色軽石のほか，黒色スコリアやスコリアと軽石が縞状に混じった縞状軽石が観察される(藤本，1996；鎌田，1997)．黒色スコリアは後述の阿蘇3Bに含まれるものと同様に無斑晶状である．黒色スコリアや縞状軽石の量は阿蘇3Aの基底付近ではまれで上方に向かって増える傾向がある．カルデラから15～20 km以上離れた地域では阿蘇3Aは層厚数m程度と薄くなり，さらに遠方では阿蘇3Bの基底部に薄く軽石に富む部分が観察されるだけとなる傾向がある．

カルデラ南東方の阿蘇3Aには全体が黒色ガラス質に強溶結した特徴的な岩相が観察される(小野ほか，1977)．カルデラ南東方の熊本県高森町草部のボーリングデータでは，厚さ約10 mの阿蘇3Aのうち基底2 mが強溶結でその上位8 mが非溶結である(矢ヶ部，1986)．同じくカルデラ南東方の熊本県山都町旅草では阿蘇3Aの強溶結部の下位に非溶結部が観察されるため，この阿蘇3Aの強溶結部は阿蘇3A



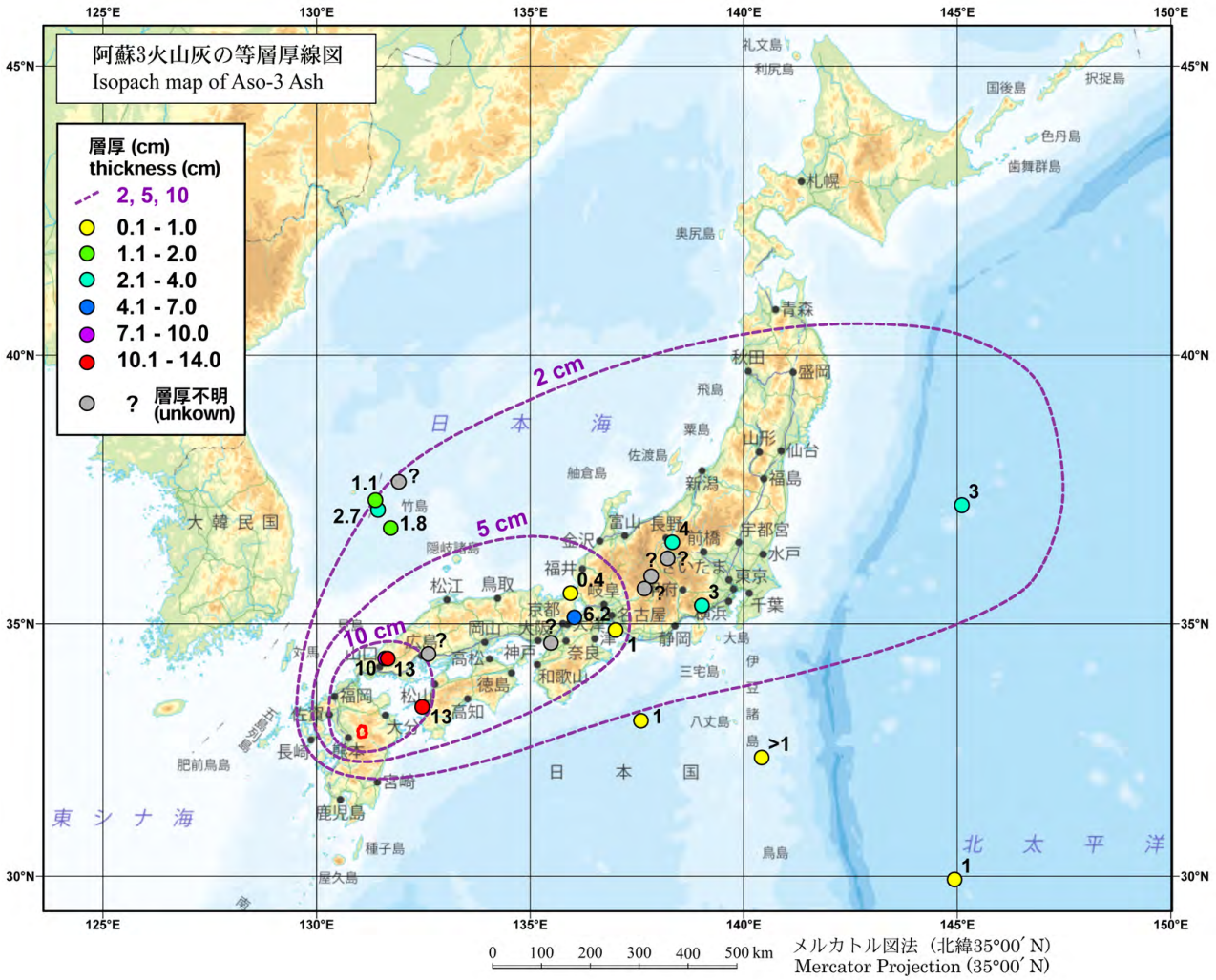
第3図　阿蘇3W降下軽石の等層厚線図．各地点の数値は層厚(cm)．*:小野ほか(1977)による層厚．背景地図は国土地理院の地理院地図(標準，陰影，傾斜量図)を使用した．

Fig. 3　Isopach map and thickness distribution of Aso-3W Pumice Fall (cm). *: Thickness data from Ono *et al.* (1977). The base map is the GIS Map (Standard, Shaded and Slope) published by Geospatial Information Authority of Japan.

の基底近くの層準なのであろう．また，カルデラ南方の長谷峠付近やその南方では，阿蘇3火砕流堆積物の基底に岩片濃集層が確認される．岩片濃集層には白色軽石を含むほか黒色ガラス質岩片や，カルデラ壁に露出する先阿蘇火山岩類に由来するとみられる安山岩片や未固結の土壌ブロックなどを多量に含んでいる．

阿蘇3B火砕流堆積物は無斑晶状の輝石安山岩のスコリア流堆積物である．阿蘇3A火砕流堆積物を直接覆うが，明瞭なフローユニット境界はなく，含まれているスコリアの量の変化でおよその境界が認識できる場合が多い．阿蘇3Bは堆積物が厚い場合は全体が溶結するが，基底部に厚さ10～20 m程度の非～弱溶結部があってその上位で強溶結となる場合がある．スコリアは安山岩質でスポンジ状に発泡し，微量の径1 mm以下の斜長石，直方輝石，単斜輝石を含む．また，白～淡褐色の軽石や縞状軽石を含む場合がある．軽石は阿蘇3Aに含まれるものと同様に無斑晶状である．阿蘇3Bにはほとんど軽石を含まず無斑晶状スコリアから構成される場合と，軽石を多く含み阿蘇3Aと中間的な岩相を示す場合がある．両者の関係ははっきりしないが阿蘇3全体の岩相変化を考慮すると軽石を多く含む阿蘇3Bの方がスコリアのみからなる阿蘇3Bよりも下位なのであろう．阿蘇3Bのうち最も遠方の，カルデラ東側の大分川，大野川下流域やカルデラ北西側の和水町付近，カルデラ南側の緑川下流域などでは，軽石を多く含んでいる．よって阿蘇3Bのうち軽石を含む岩相のものがもっとも遠方まで流走したのであろう．一方カルデラ北壁近傍では阿蘇3Bを欠いて阿蘇3Aを直接阿蘇3Cが覆うとされる(鎌田，1997)．この地域の阿蘇3Aには黒色スコリアをやや多く含んでおり，その位置づけについては再検討が必要であろう．

阿蘇3C火砕流堆積物は，多斑晶の発泡度の低いスコリアを本質岩塊とする安山岩質の火砕流堆積物である．阿蘇3Bや阿蘇3A火砕流堆積物を直接覆うが，明瞭なフローユニット境界はなく，含まれているスコリアの量やサイズ，含まれる斑晶量の変化でおよその境界が認識できる場合が多い．阿蘇3Cは基本的には非溶結である．スコリアは主に安山岩質で発泡が悪くやや緻密で，径2～8 mm程度の斜長石や輝石斑晶を多く含む．阿蘇3Bと阿蘇3Cのスコリア中の斑晶鉱物の大きさやサイズは漸移する．阿蘇3Bでは肉眼ではほとんど斑晶を見えないが，径2 mm程度の斑晶が目立つものをへて，径4～8 mmの斑晶を含むものへと漸移する．小野ほか(1977)は阿蘇3Bと阿蘇3Cの中間的なものを阿蘇3BCと呼んだ．ただしこの3BCが3Bの一部なのか3Cの一部なのかについての記述はない．



第4図　阿蘇3火山灰の層厚分布．各地点の数値は層厚(cm)．?：層厚の記載がない地点を示す．参照した文献のリストは付録3．背景地図は国土地理院の地理院地図(標準)を使用した．

Fig. 4. Thickness distribution of Aso-3 Ash (numbers beside the points). ?: thickness unknown. The reference literatures are listed in Appendix 3. The base map is the GIS Map (Standard) published by Geospatial Information Authority of Japan.

2. 4　阿蘇 3 火山灰及び阿蘇 3 噴火の年代

阿蘇3火山灰は，日本海西部，本州西部から中部地方などに分布する阿蘇3火砕流噴火に伴うco-ignimbrite ashである(町田・新井，1992，1994)（第4図）．海域では，日本海西部(Chun *et al.*，2004)，本州南方や福島県沖(町田・新井，1994)などで確認されている．中国地方では，山口県山口市の中位段丘堆積物中(相山ほか，2022)で確認されている．山内・白石(2014)は，川崎(1995)が阿蘇4だとした段丘堆積物に挟在する山口市の火山灰層を阿蘇3に対比した．四国の愛媛県宇和島市では宇和盆地を埋積した湖成層である宇和層中(Tsuji *et al.*，2018)に，大阪平野では大阪層群Ma12層中部(吉川ほか，1993；長橋ほか，2004)に，琵琶湖では湖底堆積物中(町田ほか，1991；吉川・加2001；長橋ほか，2004；竹村ほか，2010)に産出する．中部地方では，水月湖のSG06-6412火山灰層(Smith *et al.*，2013)が阿蘇3火山灰に対比されている(Maruyama *et al.*，2019)．長野県王滝村御岳高原でOn-Pm1（御岳第1軽石層）の直下にある木祖火山灰(竹本ほか，1987)を町田・新井(1992)は阿蘇3火山灰に対比している．また長橋ほか(2007)は，長野県長野市の高野層で阿蘇3火山灰を確認している．静岡県小山町においてもOn-Pm1の下位で確認された(町田・新井，1994)．ただし，大阪層群や琵琶湖では，阿蘇3火山灰と特徴が類似した火山灰層が近い層準に複数あり(長橋ほか，2004)，どの火山灰層が阿蘇3火山灰に対比されるのか研究によって見解が分かれている．なお，町田・新井(1994)によって阿蘇3火山灰とされた秋田県男鹿半島安田(あんでん)海岸のものは阿蘇1火山灰であることが判明している(白井ほか，1997)ため，本報告では除外している．

阿蘇3火砕流堆積物の絶対年代としては，110.5±3.0 ka

（TL年代；長友，1990），123±6 ka（K–Ar年代；松本ほか，1991）が報告されている．テフラ層序や酸素同位体比との対応から，町田・新井（1994）は，阿蘇3火山灰がMIS（海洋酸素同位体ステージ）5d期にあると考えた．町田・新井（2003）は，中部から関東に分布する阿蘇3火山灰の層準は5eから5dまでの間の120 ka前後と推定した．Tsuji *et al.*（2018）は，愛媛県宇和島での湖成層コア層序から，阿蘇3を112.7 kaと推定している．それに対して，下山ほか（1999）は九州各地の阿蘇3火砕流堆積物と海成層の層位を検討し阿蘇3は5eより下位の約130 kaと考えた．吉川・加（2001）は，琵琶湖湖底堆積物中の火山灰層序から，阿蘇3を133 kaと推定した．また，Chun *et al.*（2004）も，日本海の海底コア層序から阿蘇3火山灰を133 kaと推定した．町田（2006）は，Chun *et al.*（2004）などで報告された阿蘇3の年代と中部・関東地方での阿蘇3火山灰の層準が合わないため，両者を別のものであるとして中部・関東地域のものを「Aso-3'」と呼んだ．ただし本報告では，これまで阿蘇3火山灰として報告されてきた各地点のテフラについては，町田（2006）の報告の「Aso-3'」かどうかはっきりしないものもあるため，区別せずに取り扱っている．

以上のように阿蘇3噴火の年代の推定値は約113 ～ 133 kaとかなりの幅がある．Hyodo（1999）は，琵琶湖湖底のコア試料から阿蘇3火山灰がBlake event（地磁気エクスカーション）より前であると報告している．Blake eventは約120 ka（Singer，2014）であることから，阿蘇3の噴火は120 ka以前の年代であることは間違いない．本報告ではChun *et al.*（2004）などに従い133 kaとする．阿蘇3噴火時は，低海面期のMIS6から高海面期のMIS5へと海水準が急変する時期のため（Yokoyama and Esat，2011），当時の海岸の位置を限定することは難しい．下山ほか（1994）が示したように，阿蘇3火砕流堆積物が筑紫平野で-40 m近いところに堆積しているため，当時の海水準は-40 mよりは低いのであろう．本報告の火砕流分布図では，参考として-50 mの等深線を示した．

第3章　阿蘇3火砕流堆積物分布図

3.1　分　布

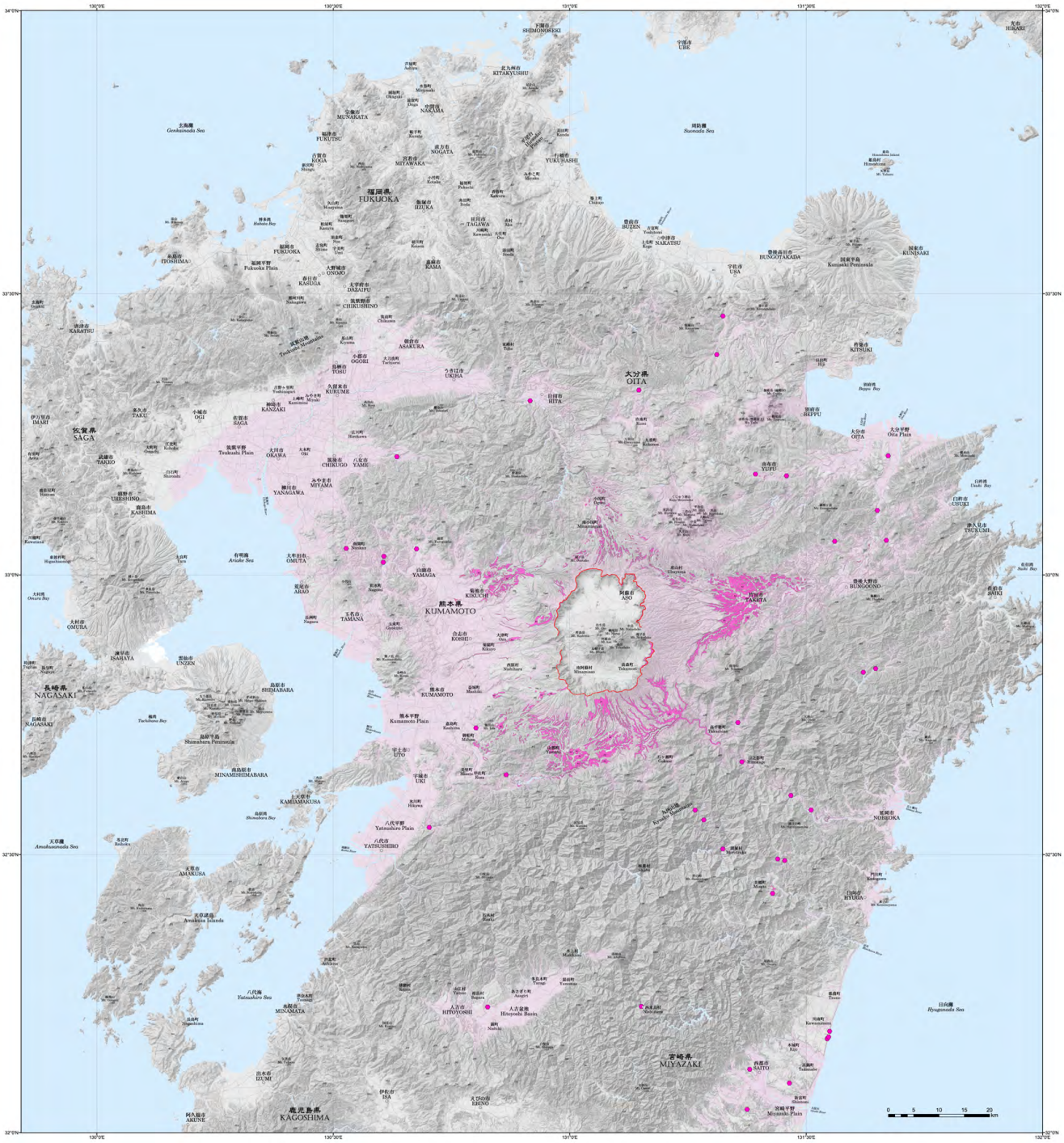
阿蘇3火砕流堆積物の現存分布を第5図に示す．本図は，20万分の1日本シームレス地質図V2，2022年3月11日版（産総研地質調査総合センター，2022）及び20万分の1日本火山図Ver. 1.0d（産総研地質調査総合センター，2021）を基に，文献データや現地調査の結果を加えて編集した．参照した文献のリストを付録1に掲載した．阿蘇3火砕流堆積物が，薄い降下テフラや段丘堆積物により被覆されている場合は，被覆層を省略した場合がある．阿蘇3火砕流堆積物が，孤立して小規模に分布する場合は，位置を示す記号で示した．また，参照した文献に分布地の地名しかない場合は，その地名の位置に小規模分布地点の記号を示した．なお，2.3章で述べたように，阿蘇4火砕流堆積物は多数のサブユニットに区分されているが，25万分の1という小縮尺の地図では表示が困難なことと，サブユニット間の境界が不明瞭な場合があることから，ここではサブユニットの分布を区分せず一括して阿蘇3火砕流堆積物の分布としている．

阿蘇カルデラの近傍の阿蘇3火砕流堆積物は，より若い阿蘇4火砕流堆積物に覆われている．阿蘇カルデラの東側では，阿蘇カルデラ中心から約50 km離れた大分県豊後大野市付近まで，北側では約30 km離れた熊本県小国町付近まで，西側では約30 km離れた熊本市東部までほぼ連続的に追跡できる．それより遠方では分布は断片的ではあるものの，北東側で約70 km離れた別府湾南岸付近や駅館（やっかん）川沿いまで，北西側で約90 km離れた有明海北岸まで，南東側では五ヶ瀬川及び耳川流域で，南方では人吉盆地で確認される．また，宮崎平野に分布する通山浜（とおりやまはま）層（大塚，1930）に挟在する通浜軽石（長岡，1986）あるいは通浜凝灰岩層（遠藤・鈴木，1986）を，町田・新井（1994）及び町田（1996）は阿蘇3火砕流堆積物に対比した．遠藤・鈴木（1996）の記載では通浜凝灰岩層の少なくとも一部は分級，成層しており再堆積物の可能性があるが，ここでは通浜凝灰岩層の分布地点を阿蘇3火砕流堆積物として分布図に表示した．分布図には、地表における阿蘇3火砕流堆積物の分布範囲及び小規模露頭の地点に加え，阿蘇3噴火以降の地質体の下位に阿蘇3火砕流堆積物が伏在している可能性のある範囲を図示している．伏在可能性の範囲の外縁を厳密に決定することはできないので，本分布図では便宜上，地表あるいは地下において阿蘇3火砕流堆積物が確認された地点を包含するように伏在可能性の範囲の外縁を描画した．

3.2　堆積物上面高度分布

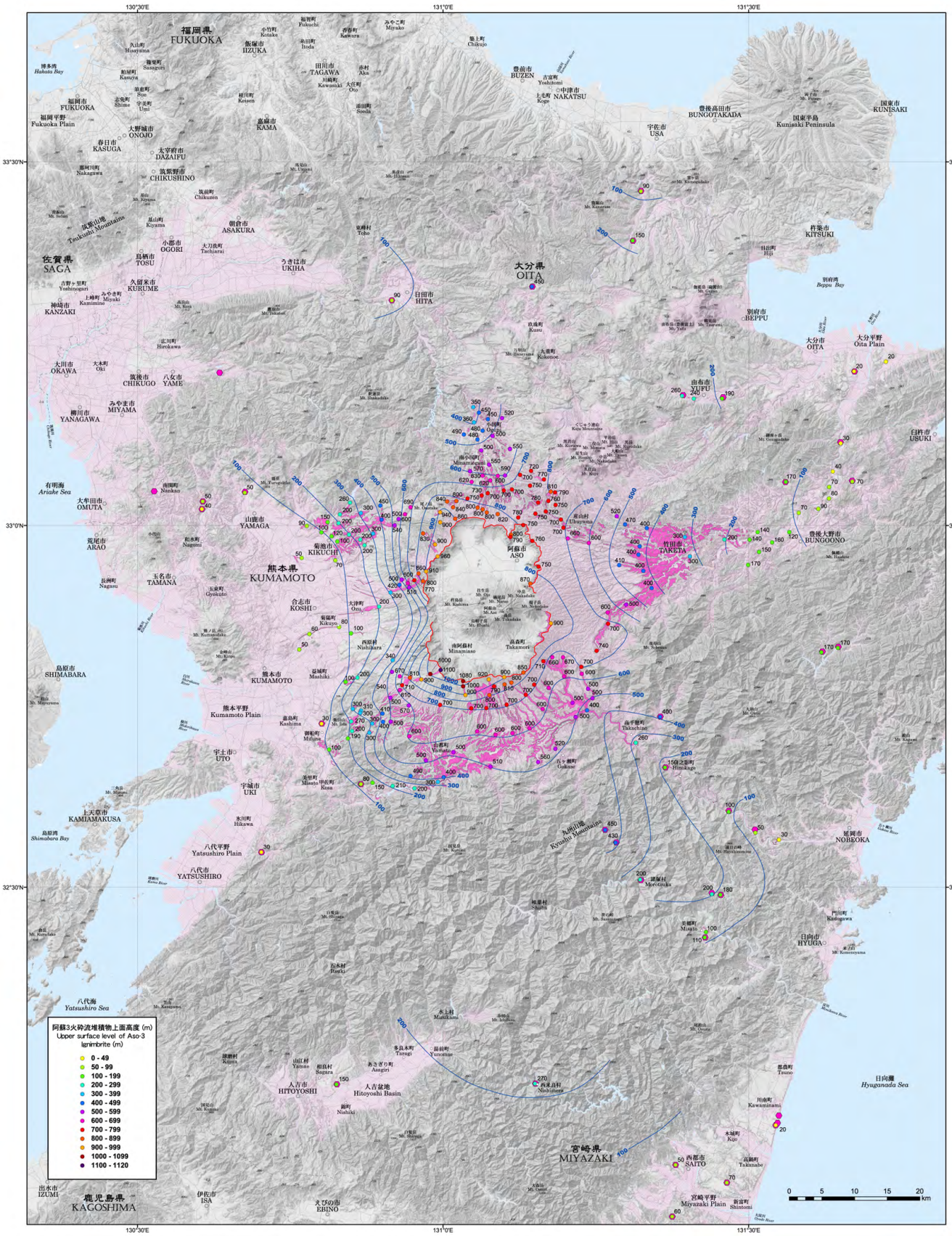
阿蘇3火砕流堆積物の上面高度分布を第6図に示す．阿蘇3火砕流堆積物は約13万年前の噴出であり侵食が進むとともに，上位はより規模の大きい阿蘇4火砕流堆積物に覆われているため，火砕流堆積物の原面高度の読み取りはできない場合が多い．本報告では阿蘇3火砕流堆積物の分布高度のうちできる限り標高の高い地点を上面高度として読み取った．読み取りは国土地理院の地理院地図を用い，堆積面上の等高線から高度を読み取った．阿蘇4火砕流堆積物などに覆われている場合には，その境界部の標高を上面高度とした．また地下に埋没している場合には，ボーリング資料などを参考にして上面高度を読み取った．近隣に複数の地点がある場合は，その中で最も標高の高いデータを採用した．谷底など明らかに火砕流堆積物堆積後に大きく侵食を受けている地点のデータは採用していない．

阿蘇3火砕流堆積物の上面高度は，概ねカルデラ縁で最も高く，外側に向かって緩やかに高度を下げていく．ただし，標高が高い山地がある場所では上面高度も高くなっている．例えば北東側では九重火山の斜面に乗り上げて上面高度がやや高くなっている．



第5図　阿蘇3火砕流堆積物の分布．網掛け部分は推定伏在域．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へのリンク）

Fig. 5　Distribution of Aso-3 Ignimbrite. Pink-colored dotted area indicates concealed distribution of Aso-4 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)



第6図 阿蘇3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5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へのリンク)

Fig. 6 Distribution of the altitude of the Aso-3 Ignimbrite. The numbers show the altitude from the present sea level in meters. Distribution map of Aso-3 Ignimbrite is same as Fig. 5. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)

3.3 層厚分布

阿蘇3火砕流堆積物の現存層厚分布を第7図に示す．阿蘇3火砕流堆積物の層厚は，文献調査やボーリングコア情報の公開サイトなどに加え現地調査による層厚データを加えている．参照した文献やボーリングコア情報のリストを付録2に掲載した．

阿蘇3火砕流堆積物の層厚は，概ねカルデラ近傍で厚く，遠方で薄くなる傾向がみられる．しかしながら，細かく見ていくとかなり複雑に変化している．これは，谷埋めをした場所では厚く，台地や山地に乗り上げた場合には薄くなることや，堆積後の削剥の程度の差を見ていると考えられる．

3.4 軽石，スコリア及び石質岩片の最大粒径

阿蘇3火砕流堆積物中の軽石及びスコリアの最大粒径を17地点，石質岩片の最大粒径を16地点で測定した．阿蘇3A火砕流堆積物では軽石を阿蘇3B及び阿蘇3C火砕流堆積物ではスコリアを測定対象とした．露頭面に露出する最大の軽石，スコリア及び石質岩片を1露頭あたり約10～13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8図に各露頭の軽石及びスコリアの長径の平均値の分布を示す．第9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．

軽石及びスコリアの長径の平均値は，カルデラ近傍では，150～300 mm程度と比較的大きい地点が多数見られる．とくにカルデラ北東側や東側，南東側，南側で比較的大きい傾向がある．カルデラ中心からの距離が50 km以上の地点になると，長径の平均粒径は55 mm以下となり，30～50 mm程度と比較的小さくなる傾向が見られる．

石質岩片の長径の平均値は，カルデラ北西縁で237 mmと比較的大きい値を示す(岩片濃集層)．カルデラ中心からの距離50 kmまでは，平均値は徐々に値が小さくなり，10～100 mm程度となる．50 kmの地点では，10～20 mm程度となる．測定可能な岩片が含まれていない地点も1地点存在する．

3.5 軽石及びスコリアの長軸配列方向

阿蘇3火砕流堆積物中に含まれる軽石及びスコリアの長軸配列方向を10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10図には，それぞれの地点における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．

阿蘇3火砕流堆積物中の軽石及びスコリアの長軸の卓越方向は，各地点の局所的な谷の方向を示す地点が見られる(例えば，地点6，8，9，10)．一方で，余り明確な卓越方向を示さない地点(例えば，1，3，7)や，局所的な谷の方向とも斜交する地点も見られる(例えば，2，4，5)．

第4章 阿蘇3噴火の噴出量

阿蘇3噴火の噴出物の総体積は，阿蘇3火砕流堆積物とそれに先行する阿蘇3W降下軽石，及び阿蘇3噴火によって遠方に降下した阿蘇3火山灰の体積の合計である．これまでにいくつかの研究により阿蘇3噴火の噴出物の体積が見積もられている．阿蘇3火砕流堆積物の見かけ体積をAramaki (1984)は40 km^3以上，町田・新井(1994)は10～100 km^3，第四紀火山カタログ委員会(1999)は150 km^3以上，町田・新井(2003)は100 km^3以上と見積もった．町田・新井(1994)は，阿蘇3W降下軽石の体積を1～10 km^3とした．

阿蘇3火山灰の見かけ体積について，町田・新井(2003)は，分布地域の広がりから50 km^3以上と見積もった．これは，阿蘇3火山灰の見かけ密度を1,000 kg/m^3，緻密岩石密度を2,500 kg/m^3と仮定すると，DRE (緻密岩石換算)体積で10 km^3以上に相当する．須藤ほか(2007)は町田・新井(2003)の阿蘇3火山灰の等層厚線を補完し，その距離層厚関係を用いて阿蘇3火山灰の見かけ体積を130 km^3と見積もった．これはDRE体積で52 km^3に相当する．

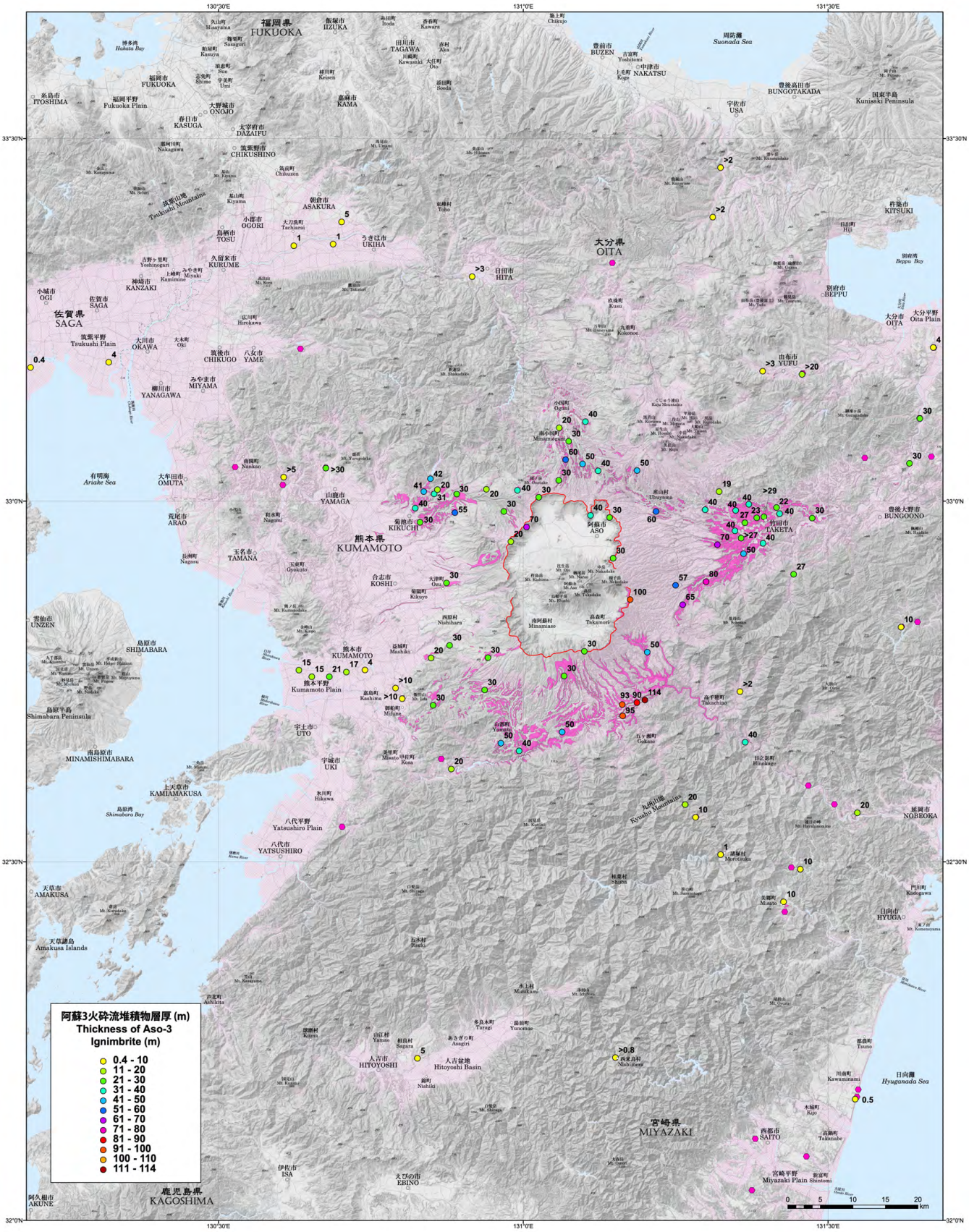
山元(2015)は阿蘇3噴火全体(火砕流＋降灰)の噴出量を町田・新井(2003)及び須藤ほか(2007)の推定値からDRE体積で96 km^3とした．

4.1 阿蘇3火砕流堆積物の噴出量推定

阿蘇3火砕流堆積物の地表に露出した分布域と推定伏在域(第5図)，及び層厚分布(第7図)を元に，阿蘇3火砕流堆積物の体積推定を行った(第11図)．地表分布域と推定伏在域それぞれについて，10 kmメッシュ毎に分割し，メッシュ毎の面積を算出した．メッシュ毎の層厚は，層厚分布図のデータから，メッシュ内に層厚データがある場合は，その平均値を求めた．メッシュ内に層厚データが存在しない場合は，周囲のデータがあるメッシュの値を用いて按分し，層厚を推定した．メッシュ毎の分布面積に層厚を乗じて，メッシュ毎の体積を算出し，地表分布域と推定伏在域の体積を求めた．その結果，地表分布域の体積は約10 km^3，推定伏在域の体積は約90 km^3となり，合計約100 km^3と求められた．DRE体積では，約40 km^3に相当する．この見積もりには削剥を受けたのちの現存の層厚データを用いているため，得られた推定値は下限値であると考えられる．なお，この推定値には，カルデラ内を埋積しているであろう阿蘇3火砕流堆積物の体積は，層厚データが不明のため含んでいない．

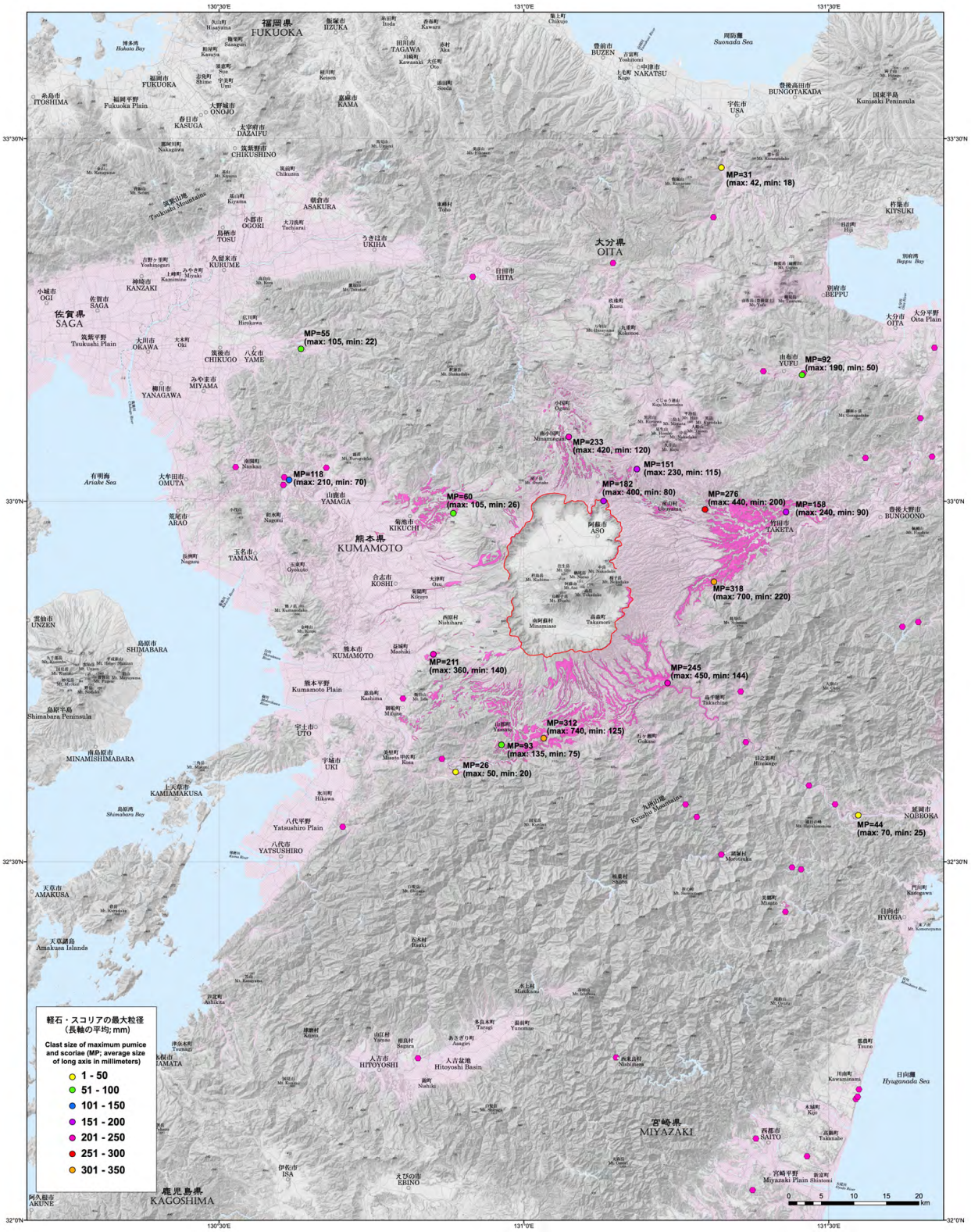
4.2 阿蘇3火山灰及び阿蘇3W降下軽石の噴出量推定

阿蘇3W降下軽石について，分布図の等層厚線(第3図)を用いて，体積を見積もった．阿蘇3W降下軽石の分布図を元に，宝田ほか(2001)で使用した区間積分法を用いて見かけ体積を計算した結果，約40 km^3 (DRE体積では，約



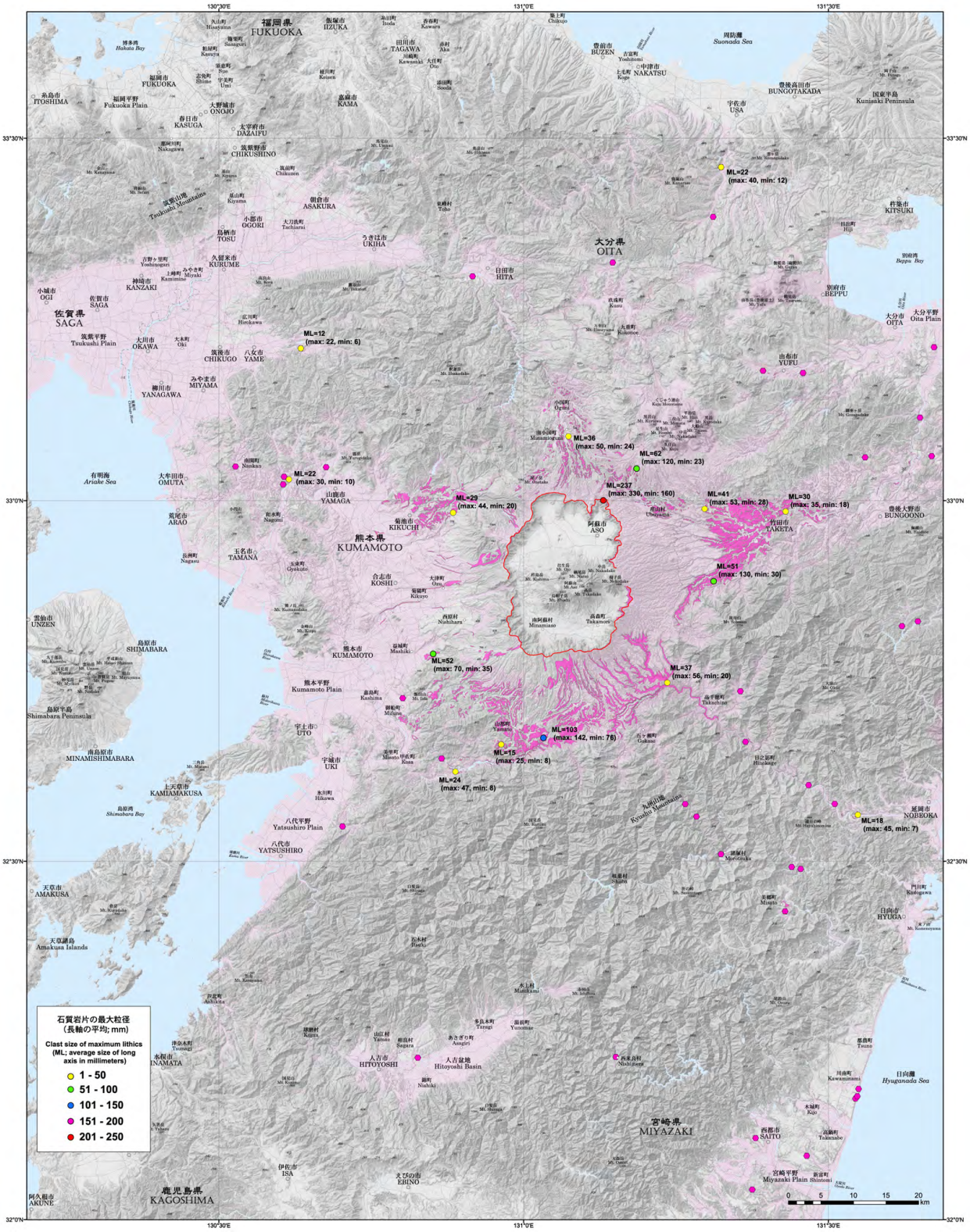
第7図　阿蘇3火砕流堆積物の層厚分布(単位：m)．ポイントの横の数値は，各地点の層厚を示す．火砕流堆積物の分布凡例は第5図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図(Vector，陰影起伏図，傾斜量図)を使用した．(高解像度 PDFへのリンク)

Fig. 7 Distribution of the thickness of Aso-3 Ignimbrite. Unit in meter. The pink and red-purple-colored areas are distribution of Aso-3 Ignimbrite. Distribution map of the Aso-3 Ignimbrite is same as Fig. 5. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)



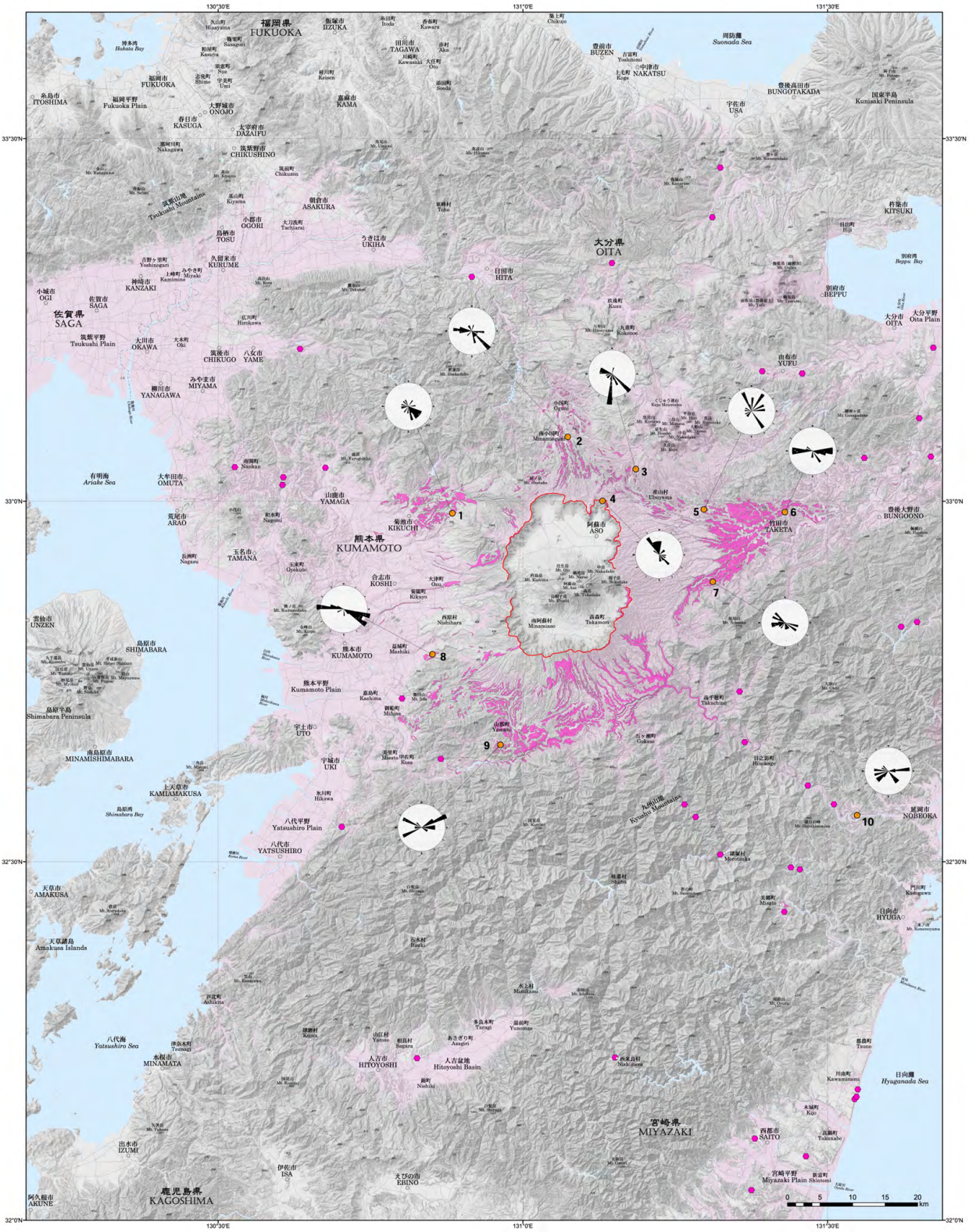
第8図　阿蘇3火砕流堆積物に含まれる軽石及びスコリアの最大粒径分布．各露頭に含まれる10～13個の軽石やスコリアの長径の平均値(MP, MS)及び最大値，最小値(mm)．火砕流堆積物の分布凡例は第3図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図(Vector，陰影起伏図，傾斜量図)を使用した．(高解像度 PDFへのリンク)

Fig. 8 Distribution of the maximum clast size of pumices (MP) and scoriae (MS) contained in Aso-3 Ignimbrite (in millimeters). MP and MS are the average of long-axis length from 10-13 pumices and scoriae in an outcrop. Maximum and minimum size of measured pumice and scoria clasts are also shown. Distribution map of the Aso-3 Ignimbrite is same as Fig. 5. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)



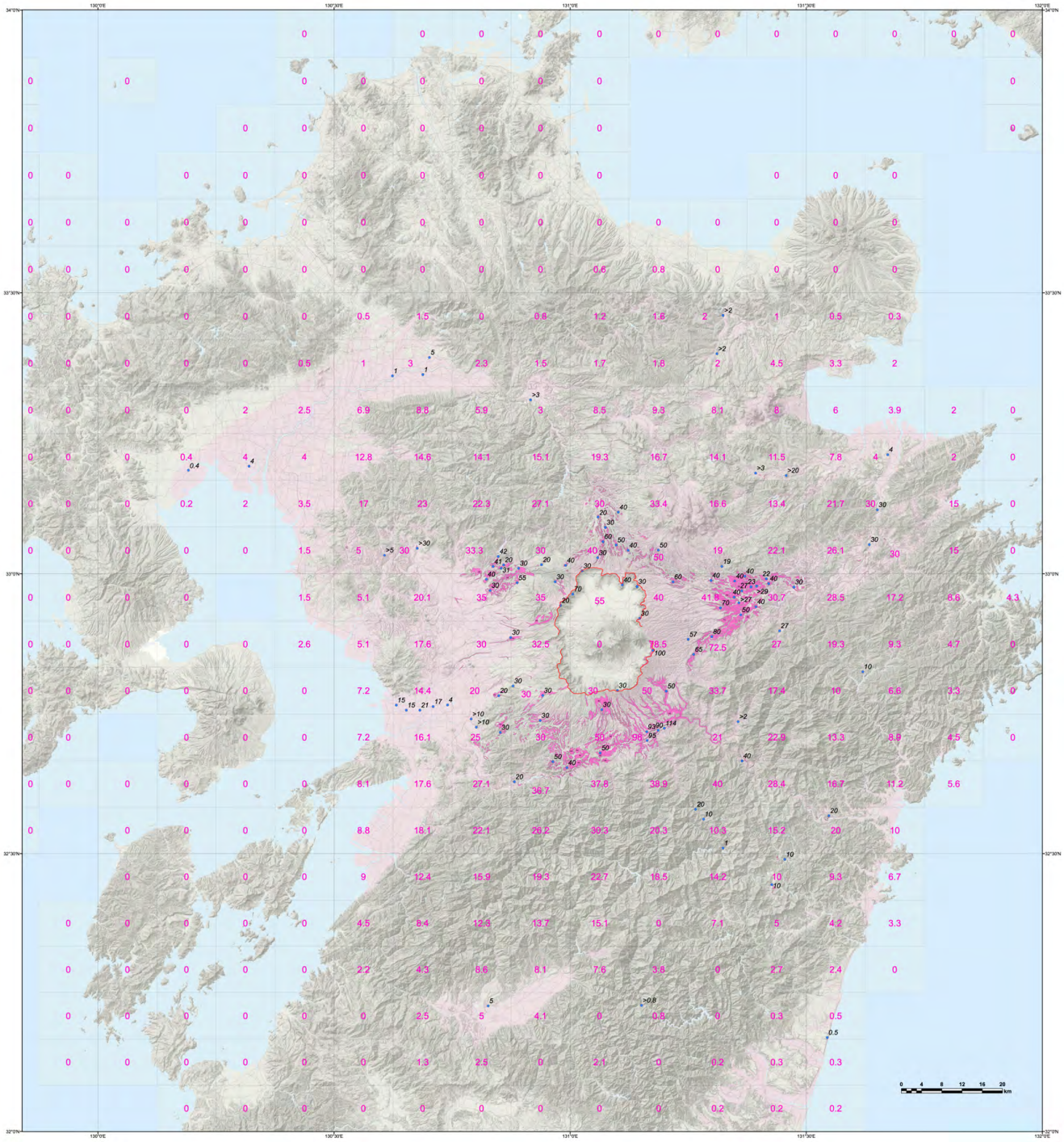
第9図　阿蘇3火砕流堆積物に含まれる石質岩片の最大粒径分布．各露頭に含まれる10～11個の石質岩片の長径の平均値(ML)及び最大値，最小値(mm)．火砕流堆積物の分布凡例は第5図と同じ．背景地図は，国土地理院の地理院地図(Vector，陰影起伏図，傾斜量図)を使用した．(高解像度 PDFへのリンク)

Fig. 9 Distribution of the maximum clast size of lithic fragments contained in Aso-3 Ignimbrite (in millimeters). ML is the average of long-axis length from 10–11 lithic fragments in an outcrop. Maximum and minimum size of measured lithic fragments are also shown. Distribution map of the Aso-4 Ignimbrite is same as Fig. 5. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF image)



第10図　阿蘇3火砕流堆積物中の軽石及びスコリアの長軸分布．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5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へのリンク)

Fig. 10　Distributions of the direction of the major axis of the pumice and scoria clasts in Aso-3 Ignimbrite. Preferred orientations of elongated pumices are shown on the rose diagrams. Distribution map of the Aso-3 Ignimbrite is same as Fig. 5. The GSI Maps (Vector, Shaded Map and Slope Map) published by Geospatial Information Authority of Japan are used. (Link: High-resolution PDF)



第11図　阿蘇3火砕流堆積物の分布と層厚．10 kmメッシュ毎の平均層厚(m)を示す．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．(高解像度 PDFへのリンク)

Fig. 11　Distribution and thickness of the Aso-3 Ignimbrite. Average thicknesses of each 10 x 10 km area are shown (in meter). The base map is the GIS Map (Shaded, Slope) published by Geospatial Information Authority of Japan. (Link: High-resolution PDF image)

15 km^3）と求められた．最小体積を与えるLegros（2000）による簡便法では，>4 km^3（DRE体積では，>1.6 km^3）と求められた．また，Fierstein and Nathenson（1992）による（層厚）-√（面積）の関係から算出した結果，約4 km^3（DRE体積では，約1.6 km^3）となった．

阿蘇3火山灰の分布図（第4図）を元に，区間積分法を用いて見かけ体積を計算した結果，約210 km^3（DRE体積で約85 km^3）と求められた．Legros（2000）による簡便法では，>76 km^3（DRE体積で>30 km^3）と求められた．また，Fierstein and Nathenson（1992）による手法では，約75 km^3（DRE体積で約30 km^3）となった．

以上の結果から，阿蘇3噴火の総噴出量は，降下火砕物に対してLegros（2000）の簡便法を用いた場合は，阿蘇3W降下軽石 >4 km^3，阿蘇3火砕流堆積物が約100 km^3，阿蘇3火山灰が>76 km^{3}となり，全体で >180 km^3（DRE体積では>70 km^3）と見積もられる．降下火砕物に対してFierstein and Nathenson（1992）の手法を用いた場合は，阿蘇3W降下軽石が約4 km^3，阿蘇3火砕流堆積物が約100 km^3，阿蘇3火山灰が約75 km^{3}となり，全体では約180 km^3（DRE体積では約70 km^3）と推定される．区分積分法を用いた見積もりでは，阿蘇3W降下軽石が約40 km^3，阿蘇3火砕流堆積物が約100 km^3，阿蘇3火山灰が約210 km^{3}となり，全体では約350 km^3（DRE体積では約140 km^3）と推定される．

阿蘇3噴火噴出物はその大部分が阿蘇4噴火噴出物やそれ以降の堆積物に被覆されておりその層厚分布には大きな推測があること，噴火後の侵食や削剥により失われた堆積物が大きいこと，降下火砕物については遠方の層厚データが不足していることなどから，その体積見積もりには大きな不確定性を伴う．堆積物の広域な分布範囲を考慮すると，阿蘇3噴火はVEI 7クラスの噴火であったと推定される．

謝辞・出典

元地質調査所の小野晃司氏（故人），元熊本大学の渡辺一徳氏（故人）には，阿蘇3火砕流堆積物の露頭や産状の情報を教えていただくとともに議論していただいた．深く感謝いたします．

-50m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M7003四国南岸域–豊後水道，M7008薩南，M7014対馬海峡，M7024九州西岸海域を一部加工の上使用した．

引 用 文 献

相山光太郎・福地　亮・林崎　涼・加藤和浩・金折裕司（2022）山口県北東部，大原湖–弥畝山西断層系に属する長門峡断層の活動性．活断層研究，no. 56，13–31.

Albert, P.G., Smith, V.C., Suzuki, T., McLean, D., Tomlinson, E.L., Miyabuchi, Y., Kitaba, I., Mark, D.F., Moriwaki, H., SG06 Project Members and Nakagawa, T.（2019）Geochemical characterisation of the Late Quaternary widespread Japanese tephrostratigraphic markers and correlations to the Lake Suigetsu sedimentary archive（SG06 core），*Quaternary Geochronology*, **52**, 103–131.

Aoki, K.（2008）Revised age and distribution of ca. 87 ka Aso-4 tephra based on new evidence from the northwest Pacific Ocean. *Quaternary International*, **178**, 100–118.

Aramaki, S.（1984）Formation of the Aira Caldera, Southern Kyushu, ~22,000 years ago. *Journal of Geophysical Research*, **89**, 8485–8501.

Chun, J. H., Ikehara, K. and Sang-Joon, H.（2004）Evidence in Ulleung Basin sediment cores for a Termination II（penultimate deglaciation）eruption of the Aso-3 tephra. *The Quaternary Research*, **43**, 99–112.

第四紀火山カタログ委員会（1999）日本の第四紀火山カタログ．日本火山学会，CD-ROM.

Fierstein, J. and Nathenson, M.（1992）Another look at the calculation of fallout tephra volumes. *Bulletin of Volcanology,* **54**, 156–167.

藤本雅太郎（1996）菊池市東部地域のAso-3A火砕流堆積物について．熊本地学会誌，no.111，2–5.

星住英夫・鎌田浩毅（1991）由布川火砕流の噴出年代．火山，**36**，393–401.

星住英夫・小野晃司・三村弘二・野田徹郎（1988）別府地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，131p.

星住英夫・斎藤　眞・水野清秀・宮崎一博・利光誠一・松本哲一・大野哲二・宮川歩夢（2015）20万分の1地質図幅「大分」（第2版）．産総研地質調査総合センター.

星住英夫・宮縁育夫・宮城磯治・下司信夫・宝田晋治（2022）阿蘇火山，阿蘇4/3降下テフラ群の層序と噴火活動史－阿蘇4火砕流噴火への準備過程－．火山，**67**，91–112.

星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎　雅・金田泰明・下司信夫（2023）阿蘇カルデラ阿蘇4火砕流堆積物分布図．大規模火砕流分布図，no.3，産総研地質調査総合センター，35p.

Hyodo, M.（1999）Recent progress studies in paleomagnetic of the Quaternary and rock-magnetic in Japan. *The Quaternary Research,* **38**, 202–208.

池辺伸一郎・渡辺一徳・宮縁育夫（2008）阿蘇火山中岳1988 ～ 1995年活動期における噴火様式の変化．火山，**53**，15–33.

今井　功・寺岡易司・奥村公男・神戸信和・小野晃司（1982）諸塚山地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，71p.

Kamata, H.（1989）Shishimuta caldera, the buried source of the Yabakei pyroclastic flow in the Hohi volcanic zone, Japan. *Bulletin of Volcanology*, **51**, 42–50.

鎌田浩毅（1997）宮原地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，127p.

鎌田浩毅・檀原　徹・林田　明・星住英夫・山下　透（1994）中部九州の今市火砕流堆積物と類似火砕流堆積物の対比および噴出源の推定．地質学雑誌，**100**，279–91.

鎌田浩毅・檀原　徹・伊藤順一・星住英夫・川辺禎久（1998）九重火山起源の宮城・下坂田・飯田火砕流堆積物のジルコンのフィッション・トラック年代．火山，**43**，69–73.

Kaneko, K., Inoue, K., Koyaguchi, T., Yoshikawa, M., Shibata, T., Takahashi, T. and Furukawa, K.（2015）Magma plumbing system of the Aso-3 large pyroclastic eruption cycle at Aso volcano, Southwest Japan: Petrological constraint on the formation of a compositionally stratified magma chamber. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **303**, 41–58.

気象庁（2013）日本活火山総覧（第4版）．気象庁，1498p.

Legros, F.（2000）Minimum volume of a tephra fallout deposit estimated from a single isopach. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **96**, 25–32.

町田　洋（1996）宮崎平野北部川南の通山浜層に介在する阿蘇3テフラ．第四紀露頭集－日本のテフラ，第四紀学会，60–61.

町田　洋（2006）中部地方の地形編年．日本の地形5中部地方，町田　洋・松田時彦・海津正倫・小泉武栄 編，東京大学出版会，34–39.

町田　洋・新井房夫（1992）火山灰アトラス－日本列島とその周辺．東京大学出版会，276p.

町田　洋・新井房夫（1994）時間指標テフラ阿蘇3によって示唆される最終氷期直後5d期の海面低下．地学雑誌，**103**，749–759.

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，336p.

町田　洋・新井房夫・横山卓雄（1991）琵琶湖200 mコアにおける指標テフラ層の再検討．第四紀研究，**30**，439–442.

Maruyama, S., Takemura, K,, Hirata, T., Yamashita, T. and Danhara, T.（2019）Petrographic properties of visible tephra layers in SG93 and SG06 drill core samples from Lake Suigetsu, central Japan. *Journal of Geography,* **128**, 879–903.

松本哲一・宇都浩三・小野晃司・渡辺一徳（1991）阿蘇火山岩類のK–Ar年代測定－火山層序との整合性と火砕流試料への適応－．日本火山学会講演予稿集，1991，no.2，73.

松本徰夫（1979）九州における火山活動と陥没問題に関する諸問題．地質学論集，no.16，127–139.

Miyabuchi, Y.（2009）A 90,000-year tephrostratigraphic framework of Aso Volcano, Japan. *Sedimentary Geology*, **220**, 169–189.

Miyabuchi, Y.（2011）Post-caldera explosive activity inferred from improved 67–30 ka tephrostratigraphy at Aso Volcano, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **205**, 94–113.

宮縁育夫・星住英夫・高田英樹・渡辺一徳・徐　勝（2003）阿蘇火山における過去約9万年間の降下軽石堆積物．火山，**48**，195–214.

宮縁育夫・星住英夫・渡辺一徳（2004）阿蘇火山における更新世末期，AT火山灰以降のテフラ層序．火山，**49**，51–64.

Miyabuchi, Y., Iizuka, Y., Hara, C., Yokoo, A. and Ohkura, T.（2018）The September 14, 2015 phreatomagmatic eruption of Nakadake first crater, Aso Volcano, Japan: Eruption sequence inferred from ballistic, pyroclastic density current and fallout deposits. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **351**, 41–56.

Miyagi, I., Hoshizumi, H., Suda, T., Saito, G., Miyabuchi, Y. and Geshi, N.（2023）Importance of long-term shallow degassing of basaltic magma on the genesis of massive felsic magma reservoirs: A case study of Aso caldera, Kyushu, Japan. *Journal of Petrology,* **63**, egad009.

長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山　高・井内美郎（2004）近畿地方および八ヶ岳山麓における過去43万年間の広域テフラの層序と編年．第四紀研究，**43**，15–35.

長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣宏・田原敬治・公文富士夫（2007）長野県，高野層ボーリングコア（TKN-2004）に挟在する広域テフラ層の層序と編年．第四紀研究，**46**，305–325.

長岡信治（1986）後期更新世における宮崎平野の地形発達．第四紀研究，**25**，139–163.

長岡信治・奥野　充（2015）九州中部，九重火山群の噴火史．地形，**36**，141–158.

長岡信治・新井戻夫・檀原　徹（2010）宮崎平野に分布するテフラから推定される過去60万年間の霧島火山の爆発的噴火史．地学雑誌，**119**，121–152.

長友恒人（1990）TL法およびESR法によるテフラの年代測定．月刊地球，**90**，74–79.

奥村公男・寺岡易司・今井　功・星住英夫・小野晃司・宍戸　章（2010）延岡地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），産総研地質調査総合センター，50p.

小野晃司（1965）阿蘇カルデラ東部の地質．地質学雑誌，**71**，541–553.

小野晃司・渡辺一徳（1974）Aso-2火砕流堆積物の二次流動．火山，第2集，**19**，93–110.

小野晃司・渡辺一徳（1983）阿蘇カルデラ．月刊地球，**5**，73–82.

小野晃司・渡辺一徳（1985）阿蘇火山地質図．火山地質図，no.4，地質調査所.

小野晃司・松本徰夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和（1977）竹田地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，145p.

小野晃司・渡辺一徳・星住英夫・高田英樹・池辺伸一郎（1995）阿蘇火山中岳の灰噴火とその噴出物．火山，**40**，133–151.

Ono, K., Watanabe, K., Hoshizumi, H. and Ikebe, S.（1995）Ash eruption of the Naka-dake crater, Aso volcano, southwestern Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **66**, 137–148.

大塚弥之助(1930)宮崎県高鍋町付近の地質学的問題．地理学評論，**6**，1048–1073.

斎藤　眞・宮崎一博・利光誠一・星住英夫(2005)砥用地域の地質．地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)．産総研地質調査総合センター，218p.

下山正一・木下裕子・宮原百々・田中ゆか里・市原季彦・竹村恵二(1999)旧汀線高度からみた九州の後期更新世地殻変動様式．地質学雑誌，**105**，311–331.

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–後期テフラの同定と年代．第四紀研究，**36**，183–196.

Singer, B. S. (2014) A Quaternary geomagnetic instability time scale. *Quaternary Geochronology*, **21**, 29–52.

Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members (2013) Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150ka. *Quaternary Science Reviews*, **67**, 121–137.

田島靖久・星住英夫・松本哲一・廣田明成・小屋口剛博(2017)阿蘇火山，Aso-1火砕流堆積物に関するAso-1噴火に先駆けて噴出した古閑溶岩．火山，**62**，177–188.

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・八幡正弘・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.

竹本弘幸・百瀬　貢・平林　潔・小林武彦(1987)新期御岳テフラ層の層序と時代－中部日本における編年上の意義－．第四紀研究，**25**，337–352.

竹村恵二・岩部智紗・林田　明・檀原　徹・北川浩之・原口　強・佐藤智之・石川尚人(2010)琵琶湖における過去5万年間の火山灰と堆積物．第四紀研究，**49**，147–160.

Tsuji, T., Ikeda, M., Furusawa, A., Nakamura, C., Ichikawa, K., Yanagida, M., Nishizaka, N., Ohnishi, K. and Ohno, Y. (2018) High resolution record of Quaternary explosive volcanism recorded in fluvio-lacustrine sediments of the Uwa basin, southwest Japan. *Quaternary International*, **471**, 278–297.

渡辺一徳・池辺伸一郎(1996)阿蘇火山中岳の水蒸気爆発．文部省科学研究費補助金，「蒸気爆発の力学」研究成果報告書，107–112.

渡辺一徳・小野晃司(1969)阿蘇カルデラ西側，大峰付近の地質．地質学雑誌，**75**，365–374.

渡辺一徳・本田圭一・原　浩太郎・宮縁育夫(2021)阿蘇カルデラ西端，立野峡谷の地質と形成年代．火山，**66**，21–34.

矢ヶ部秀美(1986)阿蘇火砕流堆積物中の強磁性鉱物について–特に格子定数値変化からみた対比法の信頼性の検討–．第四紀研究，**25**，177–186

山元孝広(2015)日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図．地質調査総合センター研究資料集，no.613，産総研地質調査総合センター.

山内一彦・白石健一郎(2014)徳佐盆地周辺部の河川争奪に関する新たな知見．エリア山口，no.43，19–31.

Yokoyama, Y. and Esat, T.M. (2011) Global climate and sea level: Enduring variability and rapid fluctuations over the past 150,000 years. *Oceanography*, **24**, 54–69.

吉川周作・加　三千宣(2001)琵琶湖湖底堆積物による過去40万年の高精度火山灰編年．月刊地球，**23**，594–599.

吉川周作・小倉博之・福西佐代(1993)大阪平野地下の中・上部更新統火山灰層序．地質学雑誌，**99**，467–478.

吉岡敏和・星住英夫・宮崎一博(1997)大分地域の地質．地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，65p.

EXPLANATORY TEXT OF DISTRIBUTION MAP OF ASO-3 IGNIMBRITE AND ASSOCIATED DEPOSITS, ASO CALDERA, JAPAN

1:250,000

HOSHIZUMI Hideo[*], TAKARADA Shinji[*], MIYABUCHI Yasuo[*,**], MIYAGI Isoji[*], YAMASAKI Tadashi[*,***], KANEDA Yasuaki[*,****] and GESHI Nobuo[*]

Abstract

The distribution of Aso-3 Ignimbrite that erupted from Aso Caldera about 130,000 years ago was compiled based on the latest research results. This report shows the present distribution of the Aso-3 Ignimbrite together with the distributions of the altitude of the original depositional surface of the ignimbrite, the thickness of the ignimbrite deposit, the maximum diameters of pumice, scoria and lithic fragments, and the orientation of the pumice and scoria clasts in the ignimbrite deposit. The present Aso-3 Ignimbrite covers wide area in the central part of Kyushu Island. Distribution of the ignimbrite can be traced up to ~90 km NW from the center of the caldera. The total volume of the Aso-3 Ignimbrite, its co-ignimbrite ash (Aso-3 Ash) and proceeding Aso-3W Pumice Fall is estimated to be 180–350 km^3 (70–140 km^3 DRE).

[*]Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, AIST
[**]Kumamoto University
[***]The Secretariat of the Nuclear Regulation Authority
[****]Ibaraki University

付図：阿蘇３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 Aso-3 Ignimbrite and associated deposits

付図１　阿蘇3B火砕流堆積物の溶結部
Fig.A1　Welded part of Aso-3B.

熊本県西臼杵郡高千穂町向山（32°42’10”N, 131°18’1”E）

阿蘇3B火砕流堆積物の溶結部．　上部は柱状節理のエンタブラッチャ部．2018年撮影
Welded part of Aso-3B Ignimbrite. Upper part shows entablature of columnar joints. Photo taken in 2018.

付図2　阿蘇3B火砕流堆積物の溶結部.
Fig. A2 Welded part of Aso-3B Ignimbrite.

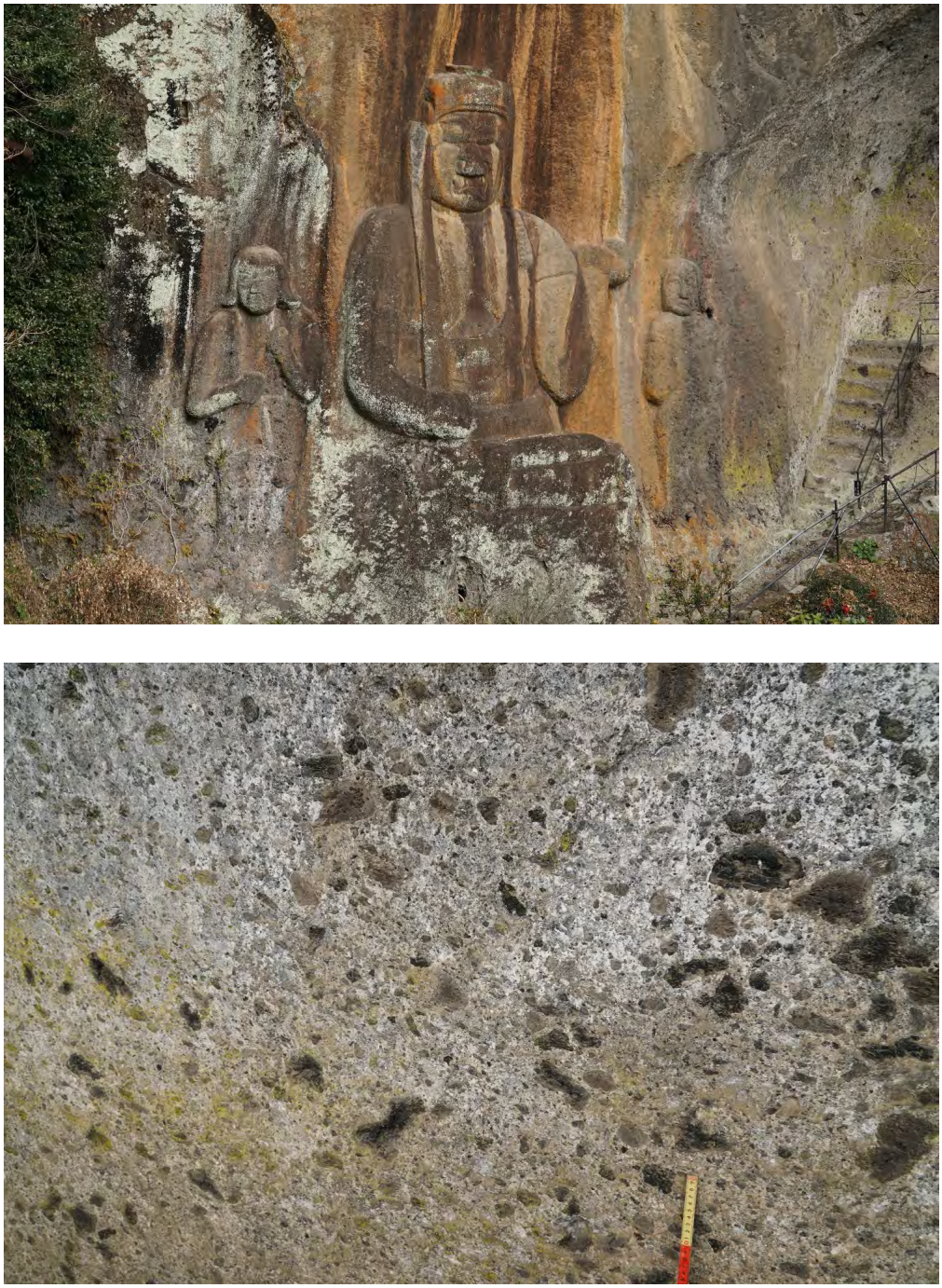
大分県竹田市刈小野（32°59’19.4”N, 131°17’48.9”E）

阿蘇3B火砕流堆積物の溶結部．スコリアを含む. 2022年撮影
Welded part of Aso-3B Ignimbrite, containing scoria. Photo taken in 2022.

付図3　阿蘇3C火砕流堆積物の弱溶結部.
Fig. A3 Weakly-welded part of Aso-3C Ignimbrite.

熊本県上益城郡益城町下陳（32°47’18”N, 130°51’6”E）

阿蘇3C火砕流堆積物の弱溶結部．スコリアを含む. 2022年撮影
Weakly-welded part of Aso-3C Ignimbrite, containing scoria. Photo taken in 2022.



付図４　阿蘇3B火砕流堆積物の溶結部
Fig. A4 Welded part of Aso-3B.

大分県豊後大野市朝地町上尾塚 普光寺磨崖仏（32°59’7”N, 131°25’48”E）

阿蘇3B火砕流堆積物の溶結部．無斑晶状の安山岩スコリアを含む．2022年撮影
Welded part of Aso-3B Ignimbrite containing aphyric andesite scoriae. Photo taken in 2022.

付図5　阿蘇3B火砕流堆積物の非溶結部
Fig. A5　Non-welded part of Aso-3B.

熊本県下益城郡美里町桑木野（32°37’29”N, 130°53’17”E）

阿蘇3B火砕流堆積物の非溶結部．無斑晶状の安山岩スコリアを含む．2022年撮影
Non-welded part of Aso-3B Ignimbrite containing aphyric andesite scoriae. Photo taken in 2022.

付図6　阿蘇3A火砕流堆積物の非溶結部
Fig. A6 Non-welded part of Aso-3A.

熊本県産山村田尻（33°2’40”N, 131°11’6.9”E）

阿蘇3A火砕流堆積物の非溶結部．白色軽石を含む．2022年撮影
Non-welded part of Aso-3A Ignimbrite containing white pumices. Photo taken in 2022.

付 録

付録1　阿蘇3火砕流堆積物の分布を参照した文献

足立富男(2004) 5万分の1表層地質図「熊田」及び同説明書. 東臼杵・西臼杵地域土地分類基本調査, 宮崎県農政水産部農村建設課, 23–37.

足立富男・遠藤　尚・金子弘二(1987) 5万分の1表層地質図「日向」及び同説明書. 東臼杵・日向地域土地分類基本調査, 宮崎県農政水産部農業振興課, 10–18.

遠藤秀典・鈴木祐一郎(1986)妻及び高鍋地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 105p.

原　英俊・木村克己・内藤一樹(2009)村所地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 56p.

星住英夫・森下祐一(1993)豊岡地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 75p.

星住英夫・小野晃司・三村弘二・野田徹郎(1988)別府地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 131p.

星住英夫・尾崎正紀・宮崎一博・松浦浩久・利光誠一・宇都浩三・内海　茂・駒沢正夫・広島俊男・須藤定久(2004) 20万分の1地質図幅「熊本」. 産総研地質調査総合センター.

星住英夫・斎藤　眞・水野清秀・宮崎一博・利光誠一・松本哲一・大野哲二・宮川歩夢(2015) 20万分の1地質図幅「大分」(第2版). 産総研地質調査総合センター.

今井　功・寺岡易司・奥村公男・小野晃司(1979)神門地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 44p

今井　功・寺岡易司・奥村公男・神戸信和・小野晃司(1982)諸塚山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 71p.

今西　茂・岩尾雄四郎(1973) 5万分の1表層地質図「高瀬」及び同説明書. 玉名・有明地域土地分類基本調査, 熊本県, 15–19.

今西　茂・田村　実(1958) 5万分の1表層地質図「熊本」及び同説明書. 土地分類基本調査, 経済企画庁・熊本県, 44p.

鎌田浩毅(1997)宮原地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 127p.

川辺禎久・星住英夫・伊藤順一・山崎誠子(2015)九重火山地質図. 火山地質図, no.19, 産総研地質調査総合センター.

長岡信治・新井戻夫・檀原　徹(2010)宮崎平野に分布するテフラから推定される過去60万年間の霧島火山の爆発的噴火史. 地学雑誌, **119**, 121–152.

奥村公男・酒井　彰・高橋正樹・宮崎一博・星住英夫(1998)熊田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 100p.

奥村公男・寺岡易司・今井　功・星住英夫・小野晃司・宍戸　章(2010)延岡地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 50p.

小野晃司・渡辺一徳(1985)阿蘇火山地質図. 火山地質図, no.4, 地質調査所.

小野晃司・松本徴夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和(1977)竹田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 145p.

斎藤　眞・宮崎一博・利光誠一・星住英夫(2005)砥用地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 218p.

斎藤　眞・宝田晋治・利光誠一・水野清秀・宮崎一博・星住英夫・濱崎聡志・阪口圭一・大野哲二・村田泰章(2010) 20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」. 産総研地質調査総合センター.

酒井　彰・寺岡易司・宮崎一博・星住英夫・坂巻幸雄(1993)三重町地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 115p.

産総研地質調査総合センター (2021) 20万分の1日本火山図 Ver.1.0d. https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/index.html (閲覧日：2022年11月15日)

産総研地質調査総合センター (2022) 20万分の1日本シームレス地質図V2 (地質図更新日：2022年3月11日). https://gbank.gsj.jp/seamless/ (閲覧日：2022年11月15日)

下山正一・松本直久・湯村弘志・竹村恵二・岩尾雄四郎・三浦哲彦・陶野郁雄(1994)有明海北岸低地の第四系. 九州大学理学部研究報告, 地球惑星科学, **18**, 103–129.

下山正一・松浦浩久・日野剛徳(2010)佐賀地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 97p.

田村　実・渡辺一徳(1982) 5万分の1表層地質図「菊池」及び同説明書. 菊池・大津地域土地分類基本調査, 熊本県土地利用対策課, 22–27.

田村　実・渡辺一徳・堀川治城(1983) 5万分の1表層地質図「人吉」及び同説明書. 人吉・球磨地域土地分類基本調査, 熊本県企画開発部土地・地域政策課, 26–32.

田村　実・渡辺一徳・谷村洋征(1984) 5万分の1表層地質図「御船」及び同説明書. 土地分類基本調査, 熊本県企画開発部土地・地域政策課, 25–34.

寺岡易司・宮崎一博・星住英夫・吉岡敏和・酒井　彰・小野晃司(1992)犬飼地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 129p.

渡辺一徳・藤本雅太郎(1994) 5万分の1表層地質図「高森・三田井」及び同説明書. 土地分類基本調査, 熊本県企画開発部土地対策課, 16–23.

渡辺一徳・藤本雅太郎(1995) 5万分の1表層地質図「阿蘇山・竹田」及び同説明書. 土地分類基本調査, 熊本県企画開発部土地対策課, 15–28.

渡辺一徳・藤本雅太郎(1996) 5万分の1表層地質図「山鹿・荒尾・大牟田・久留米」及び同説明書. 土地分類基本調査,

熊本県企画開発部土地対策課，17–25.
渡辺一徳・藤本雅太郎（1997）5万分の1表層地質図「八方ヶ岳」及び同説明書．土地分類基本調査，熊本県企画開発部土地対策課，14–21.
渡辺一徳・藤本雅太郎（1998）5万分の1表層地質図「日田・森・宮原」及び同説明書．土地分類基本調査，熊本県企画開発部土地資源対策課，16–26.
吉岡敏和・星住英夫・宮崎一博（1997）大分地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，65p.

付録2　阿蘇3火砕流堆積物の層厚を参照した文献

防災科学技術研究所（2009）ジオ・ステーション（Geo-Station）．https://www.geo-stn.bosai.go.jp/（閲覧日：2022年11月15日）.
土木研究所（2008）国土地盤情報検索サイト“KuniJiban”．http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/index.html（閲覧日：2022年11月15日）.
遠藤秀典・鈴木祐一郎（1986）妻及び高鍋地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，105p.
藤本雅太郎（1996）菊池市東部地域のAso-3A火砕流堆積物について．熊本地学会誌，no.111，2–5.
藤本雅太郎（2001）蘇陽峡の地質．熊本地学会誌，no.128，2–11.
古澤　明（2003）由布岳火山西南西麓に分布するユムタテフラの対比とその給源．火山，**48**，309–319.
地盤工学会九州支部・九州地盤情報システム協議会（2005）九州地盤情報共有データベース　2005，CD-ROM　出版物．社団法人地盤工学会九州支部・九州地盤情報システム協議会.
地盤工学会九州支部・九州地盤情報システム協議会（2012）九州地盤情報共有データベース（第2版），CD-ROM出版物．社団法人地盤工学会九州支部・九州地盤情報システム協議会.
地盤工学会九州支部・九州地盤情報システム協議会（2019）九州地盤情報共有データベース（第3版），CD-ROM出版物．社団法人地盤工学会九州支部・九州地盤情報システム協議会.
熊本県地質調査業協会地盤図編纂委員会（2003）熊本市周辺地盤図．熊本県地質調査業協会，270p.
町田　洋（1996）人吉盆地における阿蘇・阿多などの火砕流堆積物．第四紀露頭集－日本のテフラ，第四紀学会，55.
長岡信治（1984）大隅半島北部から宮崎平野に分布する後期更新世テフラ．地学雑誌，**93**，347–370.
長岡信治（1996）宮崎平野の三財原面をおおう後期更新世テフラ．第四紀露頭集－日本のテフラ，第四紀学会，303.
長岡信治・新井戻夫・檀原　徹（2010）宮崎平野に分布するテフラから推定される過去60万年間の霧島火山の爆発的噴火史．地学雑誌，**119**，121–152.
小野晃司・松本徳夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和（1977）竹田地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，145p.

付録3　阿蘇3火山灰の層厚を参照した文献

阿部朋弥・水野清秀・納谷友規（2024）テフラ対比に基づく，愛知県西三河平野地下に分布する更新等の年代層序．地質調査研究報告，**75**，1–19.
相山光太郎・福地　亮・林崎　涼・加藤和浩・金折裕司（2022）山口県北東部，大原湖－弥畝山西断層系に属する長門峡断層の活動性．活断層研究，no.56，13–31.
Chun, J. H., Ikehara, K. and Sang-Joon, H.（2004）Evidence in Ulleung Basin sediment cores for a Termination II (penultimate deglaciation) eruption of the Aso-3 tephra. *The Quaternary Research*, **43**, 99–112.
川崎輝雄（1995）阿武川上流域における地形発達史．日本地理学会予稿集，no.47，102–103.
町田　洋・新井房夫（1994）時間指標テフラ阿蘇3によって示唆される最終氷期直後5d期の海面低下．地学雑誌，**103**，749–759.
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，336p.
町田　洋・新井房夫・横山卓雄（1991）琵琶湖200 mコアにおける指標テフラ層の再検討．第四紀研究，**30**，439–442.
Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members（2013）Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150ka. *Quaternary Science Reviews*, **67**, 121–137.
Tsuji, T., Ikeda, M., Furusawa, A., Nakamura, C., Ichikawa, K., Yanagida, M., Nishizaka, N., Ohnishi, K. and Ohno, Y.（2018）High resolution record of Quaternary explosive volcanism recorded in fluvio-lacustrine sediments of the Uwa basin, southwest Japan. *Quaternary International*, **471**, 278–297.
山内一彦・白石健一郎（2014）徳佐盆地周辺部の河川争奪に関する新たな知見．エリア山口，no.43，19–31.

文献引用例

星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎　雅・金田泰明・下司信夫（2024）阿蘇カルデラ阿蘇 3 火砕流堆積物分布図．大規模火砕流分布図，no.4，産総研地質調査総合センター，27p.

Bibliographic reference

Hoshizumi, H., Takarada, S., Miyabuchi, Y., Miyagi, I., Yamasaki, T., Kaneda, Y. and Geshi, N. (2024) Distribution Map of Aso-3 Ignimbrite and associated deposits, Aso Caldera, Japan. Distribution Map of Large-Volume Ignimbrites in Japan, no.4, Geological Survey of Japan, AIST, 27p. (in Japanese with English abstract)

大規模火砕流分布図 4

阿蘇カルデラ阿蘇 3 火砕流堆積物分布図

令和 6 年 3 月 18 日発行

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 4

Distribution Map of Aso-3 Ignimbrite and associated deposits, Aso Caldera, Japan

Published on March 18, 2024

Geological Survey of Japan, AIST

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

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

©2024　Geological Survey of Japan, AIST

AIST23-G14204