

単成火山(群)に関する文献調査

(データ集)

平成 14 年 7 月

核燃料サイクル開発機構
東濃地科学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319 - 1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 4 9

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,

Japan

©核燃料サイクル開発機構

(Japan Nuclear Cycle Development Institute) 2002

単成火山(群)に関する文献調査

(データ集)

石丸 恒存 *
角田 地文 **
棚瀬 充史 ***

要 旨

単成火山群の時空分布や活動特性に関する特徴を検討するため、わが国における 15Ma 以降の単成火山群の分布、年代、活動史に関する文献収集を行い、その概要について整理した。また、わが国及び海外の島弧に分布する単成火山群の成因、深部モデル、マグマプロセス等についても文献収集を行い、その概要について取りまとめた。

* 核燃料サイクル開発機構経営企画本部バックエンド推進部
深地層研究施設計画グループ

** 核燃料サイクル開発機構東濃地科学センター地質環境研究グループ

*** 住鋳コンサルタント株式会社

Literature survey of Monogenetic Volcanoes (Data collection)

ISHIMARU Tsuneari *
KAKUTA Chifumi **
TANASE Atsushi ***

Abstract

A literature survey was carried out in order to understand the spatial and temporal distribution of the igneous activity of monogenetic volcanoes.

The contents of the survey are as follows:

1. A review of the distribution, age and volcanic history of monogenetic volcanoes in Japan since 15Ma.
2. A review of the origin, lower crustal-upper mantle models and magma processes of monogenetic volcanoes in island arcs (Japan and overseas).

* **Underground Research Laboratory Planning Group**

Nuclear Cycle Backend Division JNC

** **Geoscience Research Group TONO GEOSCIENCE CENTER JNC**

*** **Sumiko Consultants Co., LTD.**

目 次

1 . はじめに	1
2 . 単成火山（群）に関する文献調査内容	1
（資料）	
1 . 単成火山に関する文献リスト	1
2 . 単成火山に関する文献の概要	4
3 . 単成火山群ごとの概要	29
4 . 各単成火山群の成因にかかわる解釈の要点	34

図 表

表 1	単成火山に関する文献リスト(1)
表 2	単成火山に関する文献リスト(2)
表 3	単成火山に関する文献リスト(3)
表 4	単成火山に関する文献の概要 -北海道地域-
表 5	単成火山に関する文献の概要 -東北地域-
表 6	単成火山に関する文献の概要 -伊豆地域-(1)
表 7	単成火山に関する文献の概要 -伊豆地域-(2)
表 8	単成火山に関する文献の概要 -中部日本地域-(1)
表 9	単成火山に関する文献の概要 -中部日本地域-(2)
表 10	単成火山に関する文献の概要 -中部日本地域-(3)
表 11	単成火山に関する文献の概要 -中部日本地域-(4)
表 12	単成火山に関する文献の概要 -近畿・中国地域-(1)
表 13	単成火山に関する文献の概要 -近畿・中国地域-(2)
表 14	単成火山に関する文献の概要 -近畿・中国地域-(3)
表 15	単成火山に関する文献の概要 -近畿・中国地域-(4)
表 16	単成火山に関する文献の概要 -近畿・中国地域-(5)
表 17	単成火山に関する文献の概要 -近畿・中国地域-(6)
表 18	単成火山に関する文献の概要 -近畿・中国地域-(7)
表 19	単成火山に関する文献の概要 -瀬戸内地域-(1)
表 20	単成火山に関する文献の概要 -瀬戸内地域-(2)
表 21	単成火山に関する文献の概要 -九州北西部地域-(1)
表 22	単成火山に関する文献の概要 -九州北西部地域-(2)
表 23	単成火山に関する文献の概要 -九州北西部地域-(3)
表 24	単成火山に関する文献の概要 -海外島弧地域-(1)
表 25	単成火山に関する文献の概要 -海外島弧地域-(2)
表 26	単成火山に関する文献の概要 -海外島弧地域-(3)
表 27	単成火山に関する文献の概要 -その他-(1)
表 28	単成火山に関する文献の概要 -その他-(2)
表 29	単成火山群ごとの概要 -日本国内-(1)
表 30	単成火山群ごとの概要 -日本国内-(2)
表 31	単成火山群ごとの概要 -海外諸火山-(1)
表 32	単成火山群ごとの概要 -海外諸火山-(2)
表 33	単成火山群ごとの概要 -海外諸火山-(3)
表 34	各単成火山群の成因にかかわる解釈の要点(1)
表 35	各単成火山群の成因にかかわる解釈の要点(2)
表 36	各単成火山群の成因にかかわる解釈の要点(3)

1. はじめに

地質環境の長期安定性評価においては、新たな火山活動が将来的に生じる可能性を検討しておくことが重要である。そのためには、過去の火成活動の履歴（特に時空分布）を精度良く把握し、その規則性を見いだす必要がある。

これまでの調査研究により、複成火山の場合は、火山フロントによる規制や活動の変遷など、その時空分布や活動特性はかなり明らかになってきている。一方、単成火山はクラスターを形成して分布するが、火山フロントとの関係は不明瞭であり、火山群を構成するそれぞれの火山は1回でその活動を終えているため、その時空分布や活動特性について十分明らかにはなっていない。

このため、単成火山群の時空分布や活動特性に関する特徴を検討するための基礎データとして、わが国における15Ma以降の単成火山（群）の分布、年代、活動史に関する文献について概要の整理を行った。また、わが国及び海外の島弧地域に分布する単成火山群の成因、深部モデル、マグマプロセス等に関する文献収集も合わせて行い、概要を取りまとめた。

2. 単成火山（群）に関する文献調査内容

本件で収集した国内および海外における単成火山（群）に関する文献は計117編であり、そのリストを表1～表3に示す。収集した文献は、国内の単成火山については分布、年代、活動史に関して記述されているものが中心であるが、マグマ成因論等の考察を行っている文献も含まれている。マグマ成因論、深部モデル、地殻-マントル構造について議論している文献については、国内の単成火山に限らず、海外も含め網羅的に収集・整理を行った。

国内の単成火山に関する文献の概要は、地域別に整理を行った。地域別に検討を行った文献数は、北海道（滝川単成火山群）1編、東北日本（目黒火山）2編、伊豆地域（東伊豆単成火山群）9編、中部日本（上野玄武岩-乗鞍火山列）13編、中国地域（神鍋-玄武洞、隠岐島後、東鳥取、吉備高原、横田、扇ノ山、など山陰単成火山群）44編、山陽-四国地域（瀬戸内火山岩類）9編、九州北西部地域（吉岐、五島、唐津）15編の計93編である。検討した文献において研究対象となっている単成火山群は、東伊豆地域、上野玄武岩、中国山地の単成火山群、九州北西部地域に関するものが大半を占めている。特に、近年の上野玄武岩に関する年代学的知見と岩石化学的研究は、単成火山のマグマ発生-上昇-噴出過程に関する有力なモデルを提供している。

また、海外の島弧の単成火山に関係した文献では、トンガ、ニュージーランド、メキシコ、北アメリカ、フィリピン、インドネシア、アンデス等の地域を対象としたものを15編収集した。

各文献ごとに分布、年代、活動時期および概要については、表4～28（単成火山に関する文献の概要）にまとめた。概要では、文献ごとに著者、発表年度、地域、分布、活動時期、要旨について文献内容を取りまとめている。

さらに、各文献に記載されている内容に基づき、国内の単成火山（群）ごとにその概要を表29～33（単成火山群ごとの概要）に整理した。本概要では、単成火山（群）に関する各文献著者の主張の中から、最新の知見もしくは合理的な説明・解釈を選択し記述した。これらの解釈の要点は表34～36に整理して示した。

表1 単成火山に関する文献リスト(1/3)

番号	通し番号	著者	年	表題	出典	巻	ページ
北海道地域(滝川単成火山群)							
1	1	中川光弘・後藤芳彦・新井計雄・和田恵治・板谷徹丸	1993	中部北海道、滝川地域の中新世 - 鮮新世玄武岩のK-Ar年代と主成分化学組成: 東北日本弧 - 千島弧、島弧会 合部の玄武岩単成火山群	岩鉱		88 390-401
東北地域(秋田目湯)							
1	2	Aoki, K. and Fujimaki H.	1982	Petrology and geochemistry of calc-alkaline andesite of presumed upper mantle origin from Ichino-megata,	Amer. Min.		67 1-13
2	3	Sakuyama M. and Koyaguchi T.	1984	Magma mixing in mantle xenolith-bearing calc-alkalic ejecta, Icinomegata volcano, Northeastern Japan	J. Volcanol. Geotherm. Res.		22 199-224
伊豆地域(東伊豆単成火山群)							
1	4	宮島 宏	1990	東伊豆単成火山群の岩石学 - 捕獲結晶の意義と噴出物の時空変化 -	岩鉱		85 315-336
2	5	鈴木由希	2000	東伊豆単成火山群における珪長質マグマの成因	火山		45 149-171
3	6	高橋正樹	1997	日本列島第四紀島弧火山における地殻内浅部マグマ供給システムの構造	火山特別号「マグマ学」		42 175-187
4	7	鈴木由希	1998	東伊豆単成火山群の岩石学-珪長質マグマ成因の新しいモデル-	1998年地球惑星科学関連学会 合同大会講演予稿集		p.399
5	8	小山真人	1993	伊豆半島の火山とテクトニクス	科学		63 312-321
6	9	山岡耕春・大井田徹・山崎文人	1994	伊豆周辺の地殻活動と中部東海地域に沈み込んだフィリピン海プレート	地学雑誌		103 567-575
7	10	早川由起夫・小山真人	1992	東伊豆単成火山地域の噴火史1:0~32ka	火山		37 167-181
8	11	葉室和親	1978	大室山火山群の地質	地質学雑誌		84 433-444
9	12	荒牧重雄・葉室和親	1977	東伊豆単成火山群の地質 - 1975-1977中伊豆の異常地殻活動に関連して -	地震研究所彙報		52 234-278
中部日本地域(上野玄武岩)							
1	13	Kimura J. and Yoshida T.	1999a	Mantle diapir-induced arc volcanism: The Ueno Basalts, Nomugi-Toge and Hida volcanic suites, central Japan	The Island Arc		8 304-322
2	14	氏家 治	1989	上野玄武岩類 非島弧的火山活動の産物	岩鉱		84 43-54
3	15	中野 俊・宇都浩三・内海茂	2000	上野玄武岩類および地蔵峠火山岩類のK-Ar年代と化学組成の時間変化	火山		45 87-105
4	16	氏家 治・飯塚義之・中村 俊	1992	上野玄武岩類のK-Ar年代	岩鉱		87 102-106
5	17	中野 俊	1994	上野玄武岩類 : 御嶽南, 木曾岩体群の化学組成の多様性	岩鉱		89 115-130
6	18	中野 俊	1993	上野玄武岩類 : 2つの単成火山における不均質なマグマ	岩鉱		88 272-288
7	19	氏家 治	1995	上野玄武岩類と御嶽火山岩類の比較岩石学	日本火山学会講演予稿集		2 73-73
8	20	棚瀬充史・水落幸広・二ノ宮淳・池田隆司	2000	阿寺断層地殻応力測定井中に見出された上野玄武岩とその意義(ポスターセッション)(演旨)	日本地質学会第107年学術大会講演要旨		231-231
9	21	木村純一・吉田武義	1995	火山活動の時空配列とマグマ組成から見た乗鞍火山列の特性	地団研第49回総会要旨集		54-58
10	22	Kimura J. and Yoshida T.	1999b	Magma plumbing system beneath Ontake Volcano, central Japan	The Island Arc		8 1-29
11	23	Kimura J., et al.	1999	Magma plumbing system and seismic structures: inferences from the Norikura Volcanic Chain, Central Japan	Mem. Geol. Soc. Japan		53 157-175
12	24	木村純一・吉田武義	1996	乗鞍火山列下のマグマ供給系	月刊地球		18 97-103
13	25	木村純一	1998	中部地方乗鞍火山列の火山活動史と深部モデル	地団研第52回総会要旨集		184-187
近畿・中国地域(山陰単成火山群)							
1	26	藤原正人・荒井章司	1982	岡山県、荒戸山のアルカリ玄武岩中の超マフィック捕獲岩 島弧の上部マントル物質	岩鉱特別号		3 219-227
2	27	古山勝彦	1984	近畿西北部、扇ノ山火山岩類の化学組成	地質学論集		24 165-176
3	28	古山勝彦	1990	近畿北部、神鍋単成火山群に「太田火山」の発見	地球科学		44 279-282
4	29	古山勝彦・長尾敬介・笠谷一弘・三井誠一郎	1993	山陰東部、神鍋火山群および近傍の玄武岩単成火山のK-Ar年代	地球科学		47 377-390
5	30	古山勝彦	1973	神鍋火山群の火山層序	地質雑		79 399-406
6	31	古山勝彦	1976	神鍋火山群の岩石学的研究	地質雑		82 327-336
7	32	古山勝彦・田崎耕一	1979	神鍋火山地域の著しく鉄に富む巨斑晶鉱物	岩鉱		74 181-188
8	33	Furuyama K., Nagao K., Mitui S., and Kasatani K.	1993	K-Ar ages of late Neogene volcanoes in the east San-in district, Southwest Japan	Earth Science		47 519-532
9	34	玄武洞団体研究グループ	1991	兵庫県北部玄武洞地域の第四紀火山岩の地質と岩石 - 玄武洞溶岩と赤石溶岩 -	地球科学		45 131-144
10	35	玄武洞団体研究グループ	1991	兵庫県北部に更新世上佐野火山の発見	地球科学		45 469-473
11	36	平井寿敏	1983	島根県、野山岳のアルカリ玄武岩質火山噴出物とその包有物の産状について	岩鉱		78 211-220
12	37	岩森 光	1995	中国地方新生代玄武岩類の成因 - ホットスポットかウェットスポットか? -	月刊地球		17 368-375
13	38	加々美寛雄・玄武洞団研グループ	1990	玄武洞地域に分布する火山岩類のSr-Nd同位対比	地質学雑		96 471-474
14	39	角縁 進・永尾隆志・長尾敬介	2000	阿武単成火山群のK-Ar年代とマグマ活動史	岩石鉱物科学		29 191-198
15	40	Kaneoka I., Takahashi E., and Zashu S.	1977	K-Ar ages of alkali basalts from the Oki-Dogo Island	J. Geol. Soc. Japan		83 187-189
16	41	川本竜彦	1990	神鍋単成火山群の地質	火山		35 41-56
17	42	小林伸治・沢田順弘	1998	隠岐島後における末期中新世隠岐アルカリ火山岩類の成因	岩鉱		93 162-181

表2 単成火山に関する文献リスト(2/3)

番号	通し番号	著者	年	表題	出典	巻	ページ
18	43	小屋口剛博・藤井敏嗣	1981	山口県豊浦郡鳩島アルカリ玄武岩中の含ざくろ石捕獲岩の岩石学的記載	地質学雑誌	87	489-492
19	44	Koyaguchi, T.	1986	Textual and compositional evidence for magma mixing and its mechanism Abu volcano group, Southwestern	Contrib. Mineral. Petrol.	93	33-45
20	45	藤巻宏和・徐 紅・青木謙一郎	1989	島根県隠岐、島後のミュージアライトのK-Ar年代	岩鉱	84	335-338
21	46	松浦浩久	1986	広島県女亀山のアルカリ玄武岩のK-Ar年代	地質学雑誌	92	235-237
22	47	松浦浩久・宇都浩三	1986	島根県川本町に分布するミネット溶岩の全岩K-Ar年代	地質調査所月報	37	77-79
23	48	Morris, P. A. and Itaya T.	1997	The Matsue Formation: Evidence for gross mantle heterogeneity beneath Southwest Japan at 11Ma	The Island Arc	6	337-352
24	49	Morris, P.A. and Kagami, H.	1989	Nd and Sr isotope systematics of Miocene to Holocene volcanic rocks from Southwest Japan: volcanism since	Earth and Planetary Science	92	335-346
25	50	永尾隆志・阪口美子	1990	島根県益田市川下の新生代アルカリ玄武岩中の超苦鉄質捕獲岩	岩鉱	85	469-480
26	51	野村亮太郎・古山勝彦・小滝篤夫・井上陽一・高須 晃・三宅康幸	1996	兵庫県北部の更新世上佐野単成火山の地質	地球科学	50	370-384
27	52	濡木輝一・村上允英	1979	西日本における新生代火山岩中のゼノリスの概観	日本列島の基盤, 加納 博教授記念論文集		217-232
28	53	Shukuno H. and Arai S.	1999	Olivine-chromian spinel compositional relationships of the Cenozoic alkali basalts from Southwest Japan: implication for their mantle restites	Jour. Min. Pet. Econ. Geol.	94	120-140
29	54	高橋栄一	1975	隠岐島後島に於けるスピネル-レルゾライト捕獲岩の発見	地質学雑誌	81	81-83
30	55	鷹村 権	1978	愛媛県新宮村の玄武岩岩床中にスピネル・レルゾライト捕獲岩の発見	地質学雑誌	84	475-479
31	56	鷹村 権	1984	西南日本の玄武岩中のマンテル物質の産状と鳥弧会合部との関係	地質学論集	24	213-220
32	57	宇都浩三・小屋口剛博	1987	西南日本、阿武単成火山群中のアルカリ玄武岩のK-Ar年代	火山	32	263-267
33	58	宇都浩三・田上高広・内海 茂	1994	山陰地方東部、鮮新統照来層群火山岩類のK-Arおよびフィッシュトラック年代	地質学雑誌	100	787-798
34	59	Uto K., Takahashi E., Nakamura E., and Kaneoka I.	1994	Geochronology of alkali volcanism in Oki-Dogo Island, Southwest Japan: Geochemical evolution of basalts related to the opening of the Japan Sea	Geochem. J.	28	431-449
35	60	古山勝彦・沢田順弘・板谷徹丸・三宅康幸	1998	近畿北部、鮮新世照来層群寺田火山岩層のK-Ar年代	地球科学	52	38-43
36	61	先山徹・松田高明・森永速男・後藤薫・加藤茂弘	1995	兵庫県北部の鮮新世-更新世火山岩類-K-Ar年代・古地磁気・主化学組成	人と自然	6	149-170
37	62	荒井章司・村岡弘康	1992	中国山地、男山アルカリ玄武岩中のかんらん岩捕獲岩 -低枯湯度の上部マンテル物質-	岩鉱	87	240-251
38	63	井上多津男	1990	松江市南方の前期中新世安山岩溶岩の流動方向と噴出源	地質学雑誌	96	641-651
39	64	永尾隆志・藤林紀枝・加々美寛雄・田崎耕市・高田小百	1990	中国山地、横田地域のSrに富む新生代アルカリ玄武岩の起源	地質学雑誌	96	795-803
40	65	Iwamori H.	1989	Compositional Zonation of Cenozoic Basalts in the Central Chugoku District, Southwest Japan: Evidence for Mantle Upwelling	Bull. Volcanol. Soc. Japan. Ser. 2	34	105-123
41	66	木村純一・永尾隆志・山内靖喜・角縁 進・岡田昭明・岡田龍平・村上 久・草野高志・館野満美子・澤田順弘・梅田浩司・林信太郎・棚瀬充史	2000	西南日本弧における第四紀火山活動の時空変遷: 熱構造とフィリピン海スラブの役割	地団研第54回総会要旨集		91-92
42	67	鹿野和彦・中野 俊	1985	山陰地方新第三系の放射年代と対比について	地質調査所月報	36	427-438
43	68	Furusawa, K., Nagano, K., Kasatani, K. and Mitsui, S.	1993	K-Ar age of Kannabe Volcano Group and the adjacent basaltic monogenetic volcanoes, east San-in district	Earth Science	47	377-390
44	69	田倉山団体研究グループ	1984	近畿地方北部、田倉山火山の地質と岩石	地球科学	38	143-160

瀬戸内地域(瀬戸内火山岩類)

1	70	高橋正樹	1981	特異な鳥弧火山活動帯	月刊地球	3	383-387
2	71	松浦浩久	1997	瀬戸内海西部、倉橋島及び柱島地域の中期中新世安山岩 デイサイトと後期中新世玄武岩	岩鉱	92	63-68
3	72	白木敬一	1993	瀬戸内地域における高マグネシア安山岩の形成	地質学論集	42	255-266
4	73	高村 権	1973	山口県大島附近の第三紀火山岩類	岩石鉱物鉱床学会誌	68	329-340
5	74	山崎俊嗣・鳥居雅之・石坂恭一	1981	四国北東部の瀬戸内酸性火山岩類のフィッシュトラック年代とK-Ar年代 瀬戸内火山岩類の年代測定, その6	岩石鉱物鉱床学会誌	76	276-280
6	75	吉川敏之	1997	大阪東南部、二上層群の中新生火山岩の放射年代	地質学論集	103	998-1001
7	76	角井朝昭	2000a	瀬戸内海西部地域における中新世瀬戸内火山岩類のK-Ar年代	地質学雑誌	106	609-619
8	77	角井朝昭	2000b	瀬戸内火山岩類と外帯酸性岩の年代再検討	フィッシュトラックニュースレター	13	43-47
9	78	新正裕尚・角井朝昭・和田稯隆	2000	西南日本前弧の中期中新世火成岩体カタログ	人文自然科学論集	110	85-117

九州北西部地域

1	79	小林靖子・荒井章司	1981	佐賀県、高島のアルカリ玄武岩中の超塩基性捕獲岩について	静岡大学地球科学研究報告	6	11-24
2	80	松本 夫・山縣茂樹・板谷徹丸	1992	北部九州および下関市産玄武岩類のK-Ar年代と主化学成分	松本征夫教授記念論文集		247-264
3	81	角縁 進・永尾隆志・加々美寛雄・藤林紀枝	1995	西南日本、後期中新世玄武岩類の起源マンテルの特徴	地質学論集	44	321-335
4	82	永尾隆志・角縁 進・松本 夫	1992	北部九州の新生代玄武岩の微量元素成	松本征夫教授記念論文集		265-271

表3 単成火山に関する文献リスト(3/3)

番号	通し番号	著者	年	表題	出典	巻	ページ
5	83	佐野貴司	1995	志岐火山群の地質:主にK-Ar年代に基づく溶岩流層序	火山	40	329-347
6	84	Sudo M., Uto K., Tatsumi Y., and Matsui K.	1998	K-Ar geochronology of a Quaternary monogenetic volcano group in Ojika Jima District, Southwest Japan	Bull. Volcanol.	60	170-186
7	85	新エネルギー・産業技術総合開発機構	1990	福江島西部地域	地熱開発促進調査報告書	24	xix, 599pp.
8	86	宇都浩三・平井寿敏・荒井章司	1993	福岡県玄界灘黒瀬及び山口県下関市貴船の第四紀アルカリ玄武岩のK-Ar年代	地質調査所月報	44	693-698
9	87	倉沢 一・松井和典	1964	長崎県五島列島福江島の南東に散在する島々の玄武岩類	地質調査所月報	15	27-34
10	88	倉沢 一・高橋 清	1962	長崎県五島列島福江島玄武岩類の化学的性質	地質調査所月報	13	195-210
11	89	角縁 進	1998	九州の後期新生代火山活動とその問題点	地団研第52回総会要旨集		170
12	90	角縁 進・松本 夫	1990	大分県耶馬溪地域の未分化ソレライト玄武岩	岩鉱	85	559-568
13	91	Umono, S. and Yoshizawa, E.	1996	Petrology of ultramafic xenoliths from Kishyuku Lava, Fukue-jima, Southwest Japan	Contrib. Mineral. Petrol.	124	154-166
14	92	永尾隆志・長谷義隆・長峰 智・角縁 進・阪口和之	1999	不均質なマグマソースから生成された後期中新世～中期更新世の肥薩火山岩類 - 火山岩の分布と化学組成の時空変化からの証拠 -	岩鉱	94	461-481
15	93	鎌田浩毅・星住英夫・小屋口剛博	1988	中部九州 - 中国地方西部の火山フロントの形成年代	月刊地球	10	568-574

海外島弧地域

1	94	Dapeng Zhao, Yingbiao Xu, Douglas A. Wiens, LeRoy Dorman, John Hildebrand and Spahr Webb	2000	Depth Extent of the Lau Back-Arc Spreading Center and Its Relation to Subduction Processes	Science	278	254-257
2	95	Ninomiya A. and Arai S.	1998	Polygenetic olivine phenocrysts in Okete basanite, New Zealand	J. Min. Petr. Econ. Geol.	93	235-249
3	96	Hasenaka, T. and Carmichael, I. S. E.	1985	The cinder cones of Michoacan-Guanajuato, Central Mexico: their age, volume and distribution, and magma	J. Volcanol. Geotherm. Res.	35	105-124
4	97	Tatsumi Y. and Tunakawa H.	1992	Cenozoic volcanism, stress gradient and back-arc opening in the North Island, New Zealand: Origin of Taupo-Rotorua Depression	The Island Arc		1 40-50
5	98	Walkaer, J.A.	1981	Petrogenesis of lavas from cinder cone fields behind the volcanic front of Central America	L. Geol.	89	721-739
6	99	Guffanti M. and Weaver CS.	1988	Distribution of Late Cenozoic Volcanic Vents in the Cascade Range: Volcanic Arc Segmentation and Regional Tectonic Consideration	J. Geophys.	93	6513-6529
7	100	Defant M.J., De Boen J. and Oles D.	1988	The western Central Luzon volcanic arc, the Philippines: two arcs divided by rifting?	Tectonophysics	145	305-317
8	101	Edwards C, Menzies M. and Thirlwall M.	1991	Evidence from Muriah, Indonesia, for the Interplay of Supra-Subduction Zone and Intraplate Processes in the Genesis of Potassic Alkaline Magma	J. Petrol.	32	555-592
9	102	Stern CR., Frey FA., Futa K., Zartman RE., Peng Z. and Kyser TK.	1990	Trace-element and Sr, Nd, Pb and O isotopic composition of Pliocene and Quaternary alkali basalts of the Patagonian Plateau lavas of southernmost South America	Contrib. Mineral. Petrol.	104	294-308
10	103	欠番					
11	104	Tatsumi Y., Kogiso T. and Nohda S.	1995	Formation of a third volcanic chain in Kamchatka: generation of unusual subduction-related magmas	Contrib. Mineral. Petrol.	120	117-128
12	105	Satake K. and Hashida T.	1989	Three-dimensional attenuation structure beneath North Island, New Zealand	Tectonophysics	159	181-194
13	106	Shinjo R., Chung S., Kato Y. and Kimura M.	1999	Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of volcanic rocks from the Okinawa Trough and Ryukyu Arc: Implications for the evolution of a young, intracontinental back arc basin	J. Geophys. Res.	104	10591-10608
14	107	欠番					
15	108	van derHilst R. and Snieder R.	1996	High-frequency precursors to P wave arrivals in New Zealand: Implications for slab structure	J. Geophys. Res.	101	8473-8488
16	109	Avdeiko G.P., Volynets O.N., Antonov A.Y. and Tsvetkov	1991	Kurile island-arc volcanism: structural and petrological aspects	Tectonophysics	199	271-287
17	110	Marriner G.F. and Millward D.	1984	The petrology and geochemistry of Cretaceous to Recent volcanism in Colombia: the magmatic history of an accretionary plate margin	J. geol. Soc. London	141	473-486

その他

1	111	趙 大鵬・越智富美子・浅森浩一	1999	日本列島の地震構造 - 直下型地震はどこで発生するか -	月刊地球	21	667-673
2	112	山岡耕春・西原慎仁	1997	中部地方の火山活動と沈み込んだフィリピン海プレート形状	火山	42	131-138
3	113	Iwamri H. and Zhao D.	2000	Melting and seismic structure beneath the northeast Japan arc	Geophysical Research Letters	27	425-428
4	114	Iwamori, H	1991	Zonal structure of Cenozoic basalts related to mantle upwelling in southwest Japan	J.Geophys.Res.	96	6157-6170
5	115	Zhao D., Ochi F., Hasegawa A. and Yamamoto A.	2000	Evidence for the location and cause of large crustal earthquakes in Japan	J. Geophys. Res.	105	13579-13594
6	116	荒井章司	1988	日本列島の上部マントルかんらん岩	月刊地球	21	47-54
7	117	伊藤 潔	1998	地震学的に求められた地下深部不均質構造と変形過程	地団研第52回総会要旨集		155-158
8	118	梅田浩司・林 信太郎・伴 雅雄・佐々木 実・大場 司・赤石和幸	1999	東北日本、火山フロント付近の2.0Ma以降の火山活動とテクトニクスの推移	火山	44	233-249
9	119	Fujibayashi, N., Nagao, T., Kagami, H., Iwata, M. and Yazaki, K	1988	Spatial variation in the Sr and Nd isotope compositions of Cenozoic alkali basalts from the Chugoku district, SW Japan	J. Min. Petr. Econ. Geol.	84	429-443

表4 単成火山に関する文献の概要(1/1) -北海道地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	中川光弘・後藤芳彦・新井計雄・和田恵治・板谷徹丸	1993	北海道	滝川	滝川単成火山群	滝川地域を3地域にわける。西部; 暑寒別山系地域, 中部; 滝川地域, 東部; イルムケップ山系地域		中-後期中新世-鮮新世末	10.4 ± 3.0-1.7 ± 0.1Ma(西部の火山体では4Maより古い, 東部の火山体では3.3Maより新しい)	滝川地域の新生代火成活動は, 玄武岩の単成火山群と, 安山岩-デイサイト質の複成火山の形成で特徴づけられる。滝川地域には, 中-後期中新世から鮮新世末までの間に, 引張応力場にあった可能性がある。この時期は同時に堆積盆が拡大したことが示されており, 引張応力場であった可能性を強く支持する。また, 後期中新世からの千島前弧の西進および東北日本弧への衝突などの, 北海道の特殊なテクトニックセッティングに関連しているかもしれない。滝川地域で活動したマグマは島弧背弧側の火成活動とはみなせない。

表5 単成火山に関する文献の概要(1/1) -東北地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	Aoki, K. and Fujimaki H.	1982	東北日本	秋田男鹿半島	目潟		火山フロントから100km背弧側。3つのマールからなる。		0.01Ma	<p>一の目潟と三の目潟火山は、カルクアルカリ系列の安山岩と高アルミナ玄武岩の噴火に特徴づけられ、両者は少量のディオプサイドとフォルステライト・メガクリストと、上部マントル起源のレールゾライトやウェブステライトと、上部地殻起源のはんれい岩と角閃岩を含む。カルクアルカリ安山岩に含まれる捕獲岩の報告は、これが初めてである。この安山岩には、角閃石と黒雲母斑晶が含まれることが特徴である。</p> <p>主要元素組成では、この地域の玄武岩と安山岩は典型的なカルクアルカリ系列の組成変化を示す。加えて、BaやREEの濃集やコンドライトで規格化したパターンにも本質的な相違は認められず、⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比は、それぞれ0.7030と0.7033でありほぼ近い値を示す。</p> <p>主要元素組成や同位体組成比などから、安山岩質マグマは玄武岩質マグマの分別結晶作用により生成されたと考えられる。しかし、REEパターンやBaの濃集などは、この仮説を支持しない。つまり、安山岩マグマや玄武岩マグマは、温度の上昇に伴う上部マントルの部分熔融の程度の違いにより、深度40-60kmで独立に生成されている。</p>
2	Sakuyama M. and Koyaguchi T.	1984	東北日本	秋田男鹿半島	目潟		火山フロントから100km背弧側。3つのマールからなる。	更新世		<p>一の目潟火山から得られた噴出物は、玄武岩(SiO₂=51%)からデイサイト(SiO₂=65%)にわたる様々な組成を有し、斑晶として、かんらん石、オーザイト、角閃石、黒雲母、石英、斜長石、チタン磁鉄鉱を含む。上部マントル起源の捕獲岩は、玄武岩、安山岩の両方から得られる。上部マントル起源の捕獲岩を含む安山岩は、上部マントルで生成されたと考えにくく、おそらく始源的な玄武岩によってもたらされたものと推定される。</p> <p>全岩化学組成とモード組成から、3種類のマグマが考えられる。かんらん石(Fo= ~ 88)とオーザイト斑晶を含む高アルミナ玄武岩(SiO₂= ~ 51wt%, MgO= ~ 8.5wt%), 分化した玄武岩質安山岩(SiO₂= ~ 54wt%, MgO= ~ 5wt%), 斑晶にホルンブレンド、黒雲母、石英、斜長石とチタン磁鉄鉱を含むデイサイト(SiO₂= ~ 65wt%, MgO= ~ 2.0wt%)である。</p>

表6 単成火山に関する文献の概要(1/2) -伊豆地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	宮島 宏	1990	関東・中部地方	伊豆	東伊豆単成火山群	伊豆半島東部	東西20km南北25kmに分布。噴出量の総量は約2.5km ³ 、噴出率は0.06km ³ /1000年。東伊豆沖海底火山群と東伊豆単成火山群をあわせ分布域は南北25km東西30km。噴出中心は約100個余り存在。	第四紀		玄武岩類を噴出した火口は、分布域の南-南西部に多い。西部・北部・東部にも存在するが、分布域の中央部にはない。一方、安山岩類を噴出した火口は、海底火山の一部に例外が認められるが、大半は分布域の中心に限られている。このように東伊豆単成火山群には、分布域の外帯に玄武岩が、内帯に安山岩類とデイサイト類が噴出するという、明瞭な累帯状分布が認められる。 噴出物組成の空間的变化(累帯状分布)と噴出物の時間的变化をまとめると、東伊豆単成火山群の火山活動は、時代とともに噴出物の組成が次第に酸性になると同時に、活動位置が次第に中央部へ縮小する特徴を持つ。
2	鈴木由希	2000	関東・中部地方	伊豆	東伊豆単成火山群	伊豆半島東部	東西20km南北25km		天城火山などの活動の終了後の、約150kaに活動を開始。 噴火は、初期には現在の単成火山分布域の北東部で起こり、80ka以降、南西方向に拡大。 珪長質マグマの活動は、3.2ka(カワゴ平)以降に集中している。 伊雄山-岩ノ山火山列では、2.7kaに玄武岩-デイサイトが活動。	安山岩質マグマの一部では、玄武岩質マグマによる珪長質地殻の同化作用のため生成過程において、部分溶融メルトの同化が関与した可能性がある。 斑晶鉱物の平衡関係の検討から、安山岩質マグマの一部が、かんらん石を有する苦鉄質マグマと、単斜輝石+斜方輝石+斜長石を晶出する、より珪長質なマグマ、もしくは結晶集合体との混合で形成されたことが示された。 デイサイトは、マグマ混合の産物であって、その珪長質端成分は、カワゴ平噴出物と類似した流紋岩質であることが示された。これら珪長質マグマ(790 - 850)は、噴出直前に約2kbarの水分圧を有し、6km以深の珪長質地殻内(~ 15km)に存在していたと推定される。 珪長質マグマは、苦鉄質マグマからの分別結晶作用では形成されない。珪長質マグマを生成する過程は、珪長質地殻の再溶融ではなく、部分溶融と考えられる。この場合には、角閃石・斜長石が残相に存在しうる900 未満での部分溶融が必要である。
3	高橋正樹	1997	関東・中部地方	伊豆		手石海丘		第四紀		正断層が発達する引張応力場と横ずれ断層が卓越する圧縮応力場を比較すると、後者の方が水平差応力が大きく、こうした条件下では岩脈が合体しやすい。一方、前者では水平差応力が小さく、岩脈が独立を保ちやすい。伊豆東部火山群のような独立単成火山群のマグマ供給システムは前者に相当する。
4	鈴木由希	1998	関東・中部地方	伊豆	東伊豆単成火山群および天城火山			第四紀		鉱物化学組成から安山岩類・デイサイトには、玄武岩質マグマと3種類のマグマ混合が認められる。全岩化学組成では、LIL/HFS比が玄武岩(1.0-1.8)、安山岩(1.8-2.8)、デイサイト・流紋岩(2.9-3.3)と岩型ごと異なる。また流紋岩のREEパターンは、玄武岩類のものに比べて特にHREEで濃集を欠く。このことは、マグマ混合の端成分を考慮すると、珪長質マグマが玄武岩質マグマの結晶分化作用で形成されないことを示唆している。 下部地殻苦鉄質岩の部分溶融による珪長質マグマ生成モデルを導くと、含水溶融実験の生成メルトと比較して、流紋岩は10%、珪長質安山岩は15-20%の溶融程度のもものと類似している。
5	小山真人	1993	関東・中部地方	伊豆	東伊豆単成火山群	手石海丘				手石海丘の噴火モデルは、地下6-14km付近から垂直に立ち上がる北西-南東方向の岩脈状の火道の存在を示しており、このことは地下6-14km付近にあるマグマだまりの存在を示唆している。地震波の解析では東伊豆地域の少なくとも3ヶ所の地下に、マグマだまり状の直径5-10km程度の溶融体が検出されている。 東伊豆単成火山群の噴火は、地殻応力の増大により最大圧縮方位と平行な上部地殻内の開口割れ目の成長に伴い発生し、線状に並ぶ複数の火山を同時期に噴火させるというモデルが成り立つ。噴火の際には、開口割れ目の地下にあるマグマが割れ目に沿って上昇する。地殻の溶融やマグマ混合が進んでいる場所ではデイサイトや安山岩、地殻の溶融やマグマ混合が進んでいない場所では玄武岩というように、組成の異なるマグマが噴出すると推定される。 東伊豆地域は、横ずれ断層型の地殻応力場の支配を受けつつ、地殻の測方拡大に対する制約が弱いために独立単成火山群が生じている特殊な地域である。フィリピン海プレート内の断裂である西相模湾断裂が伊豆半島北東部の沖に存在するとされ、火山弧のマグマによって暖められて浮遊性を保持しているのが伊豆・小笠原の内弧、火山フロントの外側の冷たく重い部分が外弧であり、伊豆・小笠原の本州への衝突に際し両者の浮遊性の差が内弧と外弧の間の断裂をもたらす。
6	山岡耕春・大井田徹・山崎文人	1994		中部東海地方						伊豆半島から伊勢湾にかけて沈み込んだフィリピン海プレートを示す地震面の形状と、伊豆周辺の地殻の変形との関係に関する特徴は以下のとおり。伊豆半島北西ではスラブに対応する地震活動がない、伊勢湾から濃尾平野の下では、東側の地震面が西側の地震面を覆い重なっている、駿河・南海トラフは地震面の重なり延長上で顕著に屈曲している、伊豆大島から東伊豆単成火山群にかけては北西-南東方向の岩脈の貫入が盛んで、地殻を東北東-西南西に広げている、伊豆半島周辺の地震は横ずれによって生じ、北北西-南南東の縮みと東北東-西南西の伸びによって特徴づけられる。 フィリピン海プレートは伊豆付近でユーラシアプレートとの衝突と岩脈貫入によって、北北西-南南東の圧縮と東北東-西南西の伸張変形を受ける。このような変形を受けながら沈み込むと、駿河トラフから沈み込むフィリピン海プレートの進行方向が反時計回りに変化し、南海トラフから沈み込んだスラブと重なり合う。

表7 単成火山に関する文献の概要(2/2) -伊豆地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
7	早川由起夫・ 小山真人	1992		伊豆	東伊豆単 成火山群	手石海丘 神津島天上山また は新島向山 岩ノ山-岩ノ窪-富士 見窪-孔の窪-孔ノ山 -矢筈山-伊雄山 与市坂-カワゴ平 大室山 赤窪 小室山 川久保川-稲取 鉢窪山-丸山 馬場ノ平-鉢ヶ窪 地蔵堂 登り尾南 地久保 八丁林道-大平-鉢ノ 山-川津 北野原東-国土越			1989AD 1.1ka 2ka 3ka 5Ka 10ka 11ka 14ka 17ka 19ka 22ka 22ka 29ka 29ka 32ka	北西-南東あるいは北東-南西に配列した火山の中には、同時に噴火した火山列が認められる。そのうち最もめざましいものは、噴火割れ目の長さが11kmに達する岩ノ山-伊雄山火山列である。1×10 ⁹ kg(10億kg)を超えるマグマを地表に噴出した噴火事件は、過去3万2000年間に13回起こっていたので、噴火頻度は2500年に1回と計算できる。マグマ噴出率は1000億kg/kyであるが、最近5000年間では3300億kg/kyと増大している。最も大量にマグマを放出した噴火は、3000年前のカワゴ平噴火である。
8	葉室和親	1978			東伊豆単 成火山群	大室山	溶岩流や降下火砕堆積物 に覆われている。北部地 域は降下火砕堆積物に覆 われている。	洪積世		大室山火山群を形成する単成火山群の活動は、水蒸気爆発を除くと、全てスコリアの噴火に始まり溶岩の流出で終わるというパターンを有する。
9	荒牧重雄・葉 室和親	1977					合計76個の噴出口から総 量2.5km ³ の噴出物が放出 された(うち約50%は大室 山からの物である)。	第四紀		東伊豆単成火山群の噴火口の分布では、陸上、海底両地域を含めて一般にNW-SE方向の帯状配列が顕著に認められる。この配列は富士、大島、箱根火山の岩脈群と側火口配列の方向と極めて調和的で、伊豆地域全体の傾向を示している。この方向は広域的な主圧縮力の方向であり、その方向に平行な大規模な割れ目が生じそれに沿って火口が配列すると考えられる。 酸性岩の噴出物を持つ火口は4ヶ所あり、その90%近くはカワゴ平のものである。カワゴ平の噴出は降下軽石 火砕流 溶岩流の典型的なパターンを示す。一方、塩基性岩の噴出物を放出した火口は63個ある。そのうち火砕丘を形成したものは45個、小成層火山を形成したものは1個(遠笠山)である。また溶岩流を流出した火口は40個存在する。SiO ₂ 含有量から、SiO ₂ =50-60%とSiO ₂ =70%前後の2グループに分かれる。SiO ₂ =50-60%の範囲の岩石には、石英や長石などの酸性火成岩から由来した捕獲結晶が多く含まれており、地下でマグマが混成作用を受けたことを示している。

表8 単成火山に関する文献の概要(1/4) -中部日本地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	Kimura J. and Yoshida T.	1999a	中部地方	岐阜・長野県境	上野玄武岩	阿寺山地	小規模な火山が直径50kmの範囲に散在	後期鮮新世-前期更新世	2.7-1.5Ma	<p>上野玄武岩は全てサブアルカリ玄武岩-玄武岩質安山岩であり、後期更新世から前期鮮新世にかけて噴火した。野麦峠の安山岩-デイサイトは背弧側において同時期に噴火し、噴火年代は2.6-2.2Maと2.1-1.7Maの2段階に分かれる。飛騨地域の火山岩はデイサイトと流紋岩イグニブレイトで、約1.75-1.7Maに背弧側のものより深部から噴出した。野麦峠の火山岩も飛騨地域のものも、イグニブレイト除いてサブアルカリ岩である。</p> <p>上野玄武岩のアルカリかんらん石玄武岩は、最も早期に噴出し、その次にサブアルカリ玄武岩が噴出した。このことは、マグマの分離深度が時間とともに減少したことを示している。これは、火山地域の隆起と、噴火中心の同心円の広がりとも一致しており、マントルダイアピルの上昇が火成活動を引き起こしたことを示唆している。</p> <p>野麦峠の安山岩からデイサイト質溶岩と、飛騨のデイサイトと流紋岩イグニブレイトは、上野玄武岩の近傍に存在することや活動時期が近接していることから、同一のマントルダイアピルを起源にもつと考えられる。</p> <p>地質学・年代学・主要化学組成から、この地域の2.7-1.5Maの火山活動は、マントルダイアピルによるものと考えられる。噴火の中心部は同心円状に拡大・隆起しており、マントルダイアピルの上昇・成長を示唆している。アルカリかんらん石玄武岩からトランジショナル玄武岩、サブアルカリ玄武岩への化学組成の変化は、マントルダイアピルが断熱上昇したことを反映している。上野玄武岩の上野玄武岩の単一起源的な火山群の起源は、マントルダイアピルの上昇により生じた局地的な伸張応力によるもので、その結果玄武岩の噴出が起こったと考えられる。同時期の野麦峠や飛騨の背弧側の火山活動で生成された安山岩から流紋岩もまた、マントルダイアピルに起源をもつものと考えられる。これら一連の限定的な噴出は、マントルダイアピルの周辺に生じた圧縮応力場に関係している。以上から、マントルダイアピルは島弧におけるサブアルカリ火山活動にとって重要であることが示唆された。</p>
2	氏家 治	1989	中部地方	岐阜・長野県境		岐阜県恵那郡坂下町の中西部から福岡町にかけて広がる、標高約500-600mの台地			上野玄武岩: 2.0 ± 0.7Ma (2.7-1.4Ma)	<p>上野玄武岩の主成分および微量元素の化学組成は、結晶分化作用のみでは説明できず、地殻物質による混染作用を反映している可能性が高い。同時代に形成された地蔵峠安山岩類と合わせて検討すると、玄武岩が量的に卓越し、分化した組成の岩石が少ないことから、マグマが容易に上昇できる地殻応力場にあったことが暗示される。すなわち、上野玄武岩は伸張応力場で形成されたと推定される。このようにマントル上部と地殻に同時に大きな影響をもたらした要因としては、プレートの運動速度あるいは運動方向の急激な変化であると考えられる。(フィリピン海プレートは、4-2Maの間に運動方向を変換した)</p> <p>溶融以前のマントルが均質であったと仮定すると、かんらん石と共存するスピネルの組成から、上野玄武岩を生成したマントルの溶融度は、西日本新生代アルカリ火山岩類のものより大きかった可能性が指摘される。</p> <p>島弧に産する玄武岩類には、LIL元素やHSF元素に乏しいという特徴があるが、西南日本新生代アルカリ玄武岩類や上野玄武岩類は、プレート内火山岩類に特徴的な組成を示す。西南日本ならびに上野の火山岩類は、非常に類似した(あるいは同一の)化学組成の根源物に由来し、上野玄武岩類のマグマの方がより大きな部分溶融度での産物であることが示唆される。上野玄武岩を生成した親マントルは、時間的・空間的に独立して存在したというより、近隣に存在している西南日本新生代アルカリ火山岩類の根源物の一部が、中部地方直下のマントルに移動したと考えるほうが妥当である。</p> <p>島弧型玄武岩のマグマ根源物が生産されつづけたにもかかわらず、上野玄武岩類の分布地域付近には2Mat頃の島弧型玄武岩が存在しないことから、当時の地殻または上部マントルが島弧型マグマの地表への上昇を妨げる状態にあったことが示唆される。</p> <p>フィリピン海プレートの運動方向の変換に伴い、定常的マントル対流に乱れが生じ、近畿地方あるいは日本海の下方の非島弧マントル物質の一部が、東日本火山帯の背弧側直下のマントルの最上部に移動したと思われる。</p>
3	中村 俊・宇都浩三・内海 茂	2000	中部地方	岐阜・長野県境	上野玄武岩	阿寺山地			2.8-1.5Ma	<p>独立単成火山群である上野玄武岩類の火山活動は、2.8Maから始まり衰退を繰り返した。火山活動は中心部(木曾岩体群)で始まり、1.5Maまでの主な活動に引き継いで、周縁部で楢谷岩体(1.4Ma)と摺鉢山岩体(0.9Ma)の活動が起こった。</p> <p>地蔵峠火山岩類の活動は、3.5Maから始まり衰退を繰り返して1.6Maまで続いたが、上野玄武岩類の活動期とほとんど重複している。これらは分布域北部に噴出中心を持つ大型の複合火山であった可能性が高い。ただし、3.5Maの奥峰岩体は異なる噴出中心を持つ可能性がある。</p> <p>上野玄武岩類最後のマグマは、低LIL/HFS比を持ち、西南日本のアルカリ玄武岩と同様なプレート内部型マグマの特徴を示す。上野玄武岩類のLIL/HFS比は時間とともに変化し、約1Maには島弧型マグマと同じレベルまで達した。それに対し地蔵峠火山岩類は、高LIL/HFS比であり御嶽や乗鞍火山と同様に、島弧型のマグマの特徴を示している。</p> <p>LIL/HFS比の時間変化から、上野玄武岩の起源を検討すると、(A)プレート内部型玄武岩と同様な起源マントルに由来し、起源マントルの組成が徐々に島弧型へと変化した。(B)プレート内部型玄武岩と同様な起源マントルから発生し、マグマの上昇過程における高LIL/HFS物質との反応(同化作用または混染作用など)が年代とともに著しくなった。(C)島弧型の起源マントルから発生し、低LIL/HFS物質との反応が年代とともに少なくなった。</p>
4	氏家 治・飯塚義之・中野 俊	1992	中部地方	岐阜・長野県境	上野玄武岩	阿寺山地	小規模な溶岩流として散在(SAK:岐阜県高山市石浦町南東, OKO:岐阜県益田郡小坂町オコズリ谷左岸, ATR-1:長野県木曾郡大桑町阿寺川上流尾根上, KAK:長野県木曾郡南木曾町柿其峠南西, SUR:長野県木曾郡南木曾町摺鉢山北西麓, KOO:岐阜県恵那郡坂下町氷坂南, NHK:岐阜県恵那郡坂下町乙姫岩北西)	鮮新世-更新世	SAK: 2.08 ± 0.10Maと2.01 ± 0.12, OKO: 2.24 ± 0.12, ATR-1: 2.53 ± 0.11, KAK: 1.90 ± 0.10, SUR: 0.93 ± 0.05, KOO: 1.64 ± 0.08, NHK: 1.54 ± 0.08	<p>測定を行った岩石の年代値は、2.7-1.5Maの範囲にある。摺鉢山の溶岩の年代値は、0.9Maと若い年代値を示し、SiO₂-Al₂O₃関係が他の玄武岩トレンドからはずれることから、摺鉢山岩体は一連の上野玄武岩類の火山活動とは別の火山活動で形成された可能性がある。</p> <p>上野玄武岩類は、100万年以上にわたる火山活動期間中に、噴火中心が北西方と南方に移動し、南方での噴火でその活動が終息したように見える。</p> <p>上野玄武岩類の分布域近傍には、同時代(1.8-2.6Ma)の地蔵峠安山岩類が分布する。地蔵峠安山岩類は溶岩流や火砕岩類と同様に、独立単成火山群の活動で形成されたものである。</p> <p>摺鉢山を含め、約0.9Maより以前の火山活動は、独立単成火山群の形成で特徴付けられることが明らかになり、0.8Maには、同一地域内に成層火山体(御嶽山)が形成され始めている。このことから、この地域の地殻に作用した圧縮応力は概ね、約1Maに変化したことが示唆される。</p>

表9 単成火山に関する文献の概要(2/4) -中部日本地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
5	中野 俊	1994	中部地方	岐阜・長野県境	上野玄武岩	阿寺山地	御嶽火山の南,東西15km南北10kmの範囲に分布する7つの岩体(高倉峠,北沢峠,細野,萌沢,川,高樽山,阿寺川)。	鮮新世-前期更新世	2.7-2.2Ma	上野玄武岩類は,かんらん石斑晶が卓越する玄武岩ないし玄武岩安山岩からなる。川岩体には,Fo89.2-90.2組成のかんらん石斑晶に富む,未分化な玄武岩が産する。高樽山岩体には,オパサイトを含み,鉄チタン酸化物と燐灰石の微斑晶を含む,上野玄武岩としては特異な岩石が産する。
6	中野 俊	1993	中部地方	岐阜・長野県境	上野玄武岩	阿寺山地	坂下岩体:北西-南東方向に延びた溶岩台地。最大層厚は北西部で100m,南東部で400m程度。体積は0.3km ³ 。標高1300-1400m,最大層厚は100m程度。体積は1km ³ 。	後期鮮新世-前期更新世	2.7-1.4Ma(摺鉢山岩体ものは,化学組成異なり,年代も0.9Ma)	上野玄武岩類と同時期には,安山岩やデイサイト質マグマの噴出も認められる。上野玄武岩類の活動が終わり,中期更新世以降になると,カルクアルカリ安山岩を主体とした複成火山(御嶽や乗鞍火山)などの活動が卓越し,流紋岩質マグマも認められる。この地域における火山活動様式やマグマ組成の変化は,地殻に働く応力場やプレートの沈み込み方向の変化を反映している可能性が指摘されている。 いずれもかんらん石斑晶が卓越する玄武岩ないし玄武岩安山岩からなり,化学組成上および記載岩石学的にも不均質なマグマである。かんらん石斑晶の一部は,全岩組成と平衡に分別結晶した組成を保持している。全岩組成変化は,かんらん石,普通輝石,斜長石などの分別作用のみでは説明できず,酸性物質の同化作用が関与した可能性がある。同化した物質は,SiO ₂ に富みK ₂ Oに乏しく,Th,Ba,Zr,Nbに富むことが要請される。
7	氏家 治	1995	中部地方	岐阜・長野県境	上野玄武岩類・御嶽火山岩類	阿寺山地			上野玄武岩類:2.7-0.9Ma,御嶽火山岩類:<0.9Ma	上野玄武岩類と御嶽火山岩類は,同一地域に分布するが化学組成が異なり,上野玄武岩の方が比較的未分化な状態で噴出したと考えられ,両岩石群の形成応力場の違い(上野玄武岩類が非圧縮場,御嶽火山岩類が圧縮場)を反映していると考えられる。 上野玄武岩類の発生は,フィリピン海プレートの移動方向が変化して西向き成分が増加した時に,この地域下の最上部マントルが一時的に非圧縮性応力場となり,マントルが上昇し易くなったと考えられる。
8	棚瀬充史・水落幸広・二ノ宮淳・池田隆司	2000	中部地方	岐阜県	上野玄武岩	坂下町上野宮ノ洞	深度400mコア		上部溶岩:1.49±0.06Ma,下部溶岩:1.64±0.06Ma	コアの岩相は,かんらん石玄武岩-玄武岩質安山岩(上部溶岩)上部砂礫層,玄武岩礫層,単斜輝石かんらん石玄武岩(下部溶岩),下部砂礫層,崖錐性堆積物,流紋デイサイト質溶結凝灰岩,中粒黒雲母花崗岩からなる。 上部溶岩は坂下岩体に相当する。上部溶岩は1.49±0.06Ma,下部溶岩は1.64±0.06Ma。下部溶岩は,上部溶岩に比べて斜長石斑晶に富み,SiO ₂ 含有量は47.3%とSiO ₂ に乏しい。 阿寺断層の縦ずれから左横ずれへの活動様式の転位は,上野玄武岩の活動をもたらしたマントルダイアピルの地殻下への底付けによる展張応力場の形成後の広域的な東西圧縮場への移行に対応している可能性があり,その時期は1.6-1.5Maと考えられる。
9	木村純一・吉田武義	1995	中部地方	岐阜・長野県境	乗鞍火山列	東北日本弧と西南日本弧の会合部にあり,伊豆-マリアナ弧の背弧側に南北に配列する火山列		火山活動の時空配列は,鮮新世中期-末,前期更新世初頭-末,中期更新世初頭-後期更新世の3つの活動期。		活動期は短時間のエピソードに分けられ,数万年以下の短時間に起こる。マグマの噴出量は,南部に対して北部が少ない傾向にある。いずれの活動も,火山列南部から活動が始まり,北部へと活動域が拡大している。 乗鞍火山列周辺では,糸魚川-静岡構造線が火山列と併走し,太平洋プレートとフィリピン海プレートが近接して折り重なっており,上部マントル中には低速度体が存在している。また,木曾御嶽火山下の上部地殻内には,地震波の反射面が存在する。 微量元素・Sr同位体比から,東北日本弧の特徴を持つ火山岩とは異なり,西南日本弧の火山岩の特徴を備えている。乗鞍火山列の中では,液相濃集元素は一般に南部が低く北部が高い。この傾向は鮮新世において顕著であるが,時間経過とともに小さくなる。 中期更新世以降におけるアルカリ量の広域変化から推定されるマグマ分離深度は,火山列中央で高く,両端で低く見積もられる。このことは,現在のこの地域の上部マントル温度構造と一致する。 液相濃集元素濃度から推定されるマグマの分離深度における岩石の部分溶融度は,地震波の低速度異常の程度と大まかに対応している。一般に南部ほど部分溶融度が高く,マグマの噴出量と対応している。 多くの火山にCA質岩系とTH質岩系が共存する。これらは,共通の高アルミナ玄武岩起源マグマから異なった定置深度で分化して生じたと思われる。 糸魚川-静岡構造線は,マグマの分離深度付近まで東北日本弧と西南日本弧を分断しているらしい。マグマの分離深度は,上部マントル内の温度構造が規定していると考えられ,噴出するマグマの量は,マグマの分離深度でも部分溶融度と相関があるらしい。ウエッジマントル内での地震波速度構造は,南から沈み込むフィリピン海プレートの影響を受けている。 御嶽火山では,マグマは地殻内で4つの定置深度を持っていると考えられる。MOHO面近傍, Brittle-ductile transition近傍,上部地殻下半部,火山体直下数kmである。で定置した玄武岩マグマは,主としてかんらん石と単斜輝石を晶出してTH質安山岩となり,まで上昇してきた玄武岩マグマは,かんらん石と斜長石を晶出してCA質安山岩になると考えられている。でトラップされたマグマはさらに分化してデイサイトとなる。では晶出・分別はほとんど進行せず,マグマ混合や陥没によってカルデラを作ったりする。 マグマの地表への噴火が,短期間(数万年以下)に,かつ広域にわたって同期して発生したことは,一回の噴火・一火道に対応した個々のマントルダイアピルを想定することは難しく,むしろ上部マントルにネットワークとして恒常的に存在し,外力によって周期的に搾り出されるメカニズムにより説明しやすい。 周期性を与える要因としては,天文学的要因(太陽潮汐力の変化)などが考えられる。火山活動が急激に拡大する時期は,地球磁場逆転期にほぼ一致している。
10	Kimura J. and Yoshida T.	1999b	中部地方	岐阜・長野県境	御嶽山(乗鞍火山列)	阿寺山地		中期更新世	~100-35Ka	御嶽山は,最近では~100-35Kaに活動し,最初に33km ³ 以上の流紋デイサイト軽石と溶岩を噴出し(ステージO1),続いて16km ³ 以上の安山岩質溶岩と火砕流を噴出した(ステージO2とO3)。Sr同位体比から,初生マグマは高アルミナ玄武岩であるとされる。ある安山岩は閉鎖系マグマ溜まりにおいて,玄武岩の分別結晶化や地殻の同化を部分的に被ることにより生成されたらしい。そのほかの安山岩は,開放系において初生マグマが壁岩の同化や分別結晶化を被ることにより生成されたと思われる。流紋デイサイトは,閉鎖系において二次的に生成された安山岩の分別結晶作用により生成されたと推論される。

表10 単成火山に関する文献の概要(3/4) -中部日本地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
										<p>これらのマグマの生成には、マグマ溜まりが開放系・閉鎖系の交互に働くことが必要になる。地質圧力計によると、多数のマグマ溜まりがそれぞれ、上部地殻に流紋デイサイト、地殻中程には安山岩、下部地殻には玄武岩のマグマ溜まりが存在するかもしれないことを示している。これらのマグマ溜まりは、御嶽のマグマ配管系(供給系)を形成している。</p> <p>玄武岩の不適合元素の組成から、噴火が起こっている期間にマグマの組成が変化したことを示しており、このことは65KaのステージO1とO2、O3で、2つの異なるマグマ配管系が存在したことを示している。このシステムの形成から、初生マグマが-17500年間にマグマ配管系と関与し、その期間は40Kaより短いものであったことが示唆される。</p> <p>PRS(ソレライト)安山岩は、閉鎖系において初生HAB(高アルミナ玄武岩)マグマの同化-分別結晶作用により生成される。HRS(カルクアルカリ岩)安山岩はマグマ混合の証拠を示しており、開放系でのHABとHRSデイサイトの混合により生成されたと考えられる。HRS流紋岩は、HRSマグマの分別結晶作用により生成される。</p> <p>HRS流紋デイサイトは、深度0.15-0.3GPaで水に飽和・不飽和の両方の条件下で生成された。PRS安山岩は、無水条件下の深度0.2-0.5GPaで生成されると見られる。HAB初生マグマは、下部地殻のマグマ溜まり(0.6-0.9GPa)において生成された上野玄武岩の組成と似ている。</p> <p>推定されるマグマ供給系の進化や一連のマグマ活動は、初生マグマの供給が~1.75Kaで起こっており、その寿命は<40Kaで、マグマ供給系の期間は西南日本のマグマ活動と似ている。</p>
11	Kimura J., Yoshida T. and Nagahara Y.	1999	中部地方	岐阜・長野県境	乗鞍火山列	阿寺山地		後期鮮新世	2.8-0Ma(第1ステージ: 2.7-1.5Ma,第2ステージ: 1-0Ma)	<p>マグマ貫入の深度は、マグマ供給系におけるマグマ溜まりの深度を反映している。マグマは、玄武岩なら下部地殻、安山岩なら中間地殻、デイサイト-流紋岩は上部地殻というように、一定の深度で貫入する。モデルマグマの密度計算から、浮力はマグマ上昇のための重要な要素ではあるが、地殻応力場やマグマ密度も重要である。天然の珪酸塩マグマにおける水の溶解度を見積もったところ、玄武岩マグマが冷却する過程においては脱水反動的であるが、地殻の溶融はプレート内の流体を供給する上でより効果的であることを示している。</p> <p>マグマに対してのP波速度に関して、珪酸塩メルトのVpは、定置深度に関係なく約2km/sであるらしい。これらのメルトのが結晶化するとソリダスでVpは~5km/sとなり、これは地殻のVpと同じになるため、検出されない。</p> <p>マグマ供給系では、マグマ溜まりの形成や地殻の溶融によって低Vp地域を作り出し、水の放出やマグマの脱水反応、地殻の溶融などによって地震波の反射面を検出することが可能となる。</p>
12	木村純一・吉田武義	1996	中部地方	岐阜・長野県境	乗鞍火山列	阿寺山地		第四紀	御嶽O1期:120-80Ka 御嶽O2期:75-60Ka 御嶽O3期:45-30Ka	<p>O1期:プリニー式軽石噴火によるカルデラの生成-軽石噴火を伴う溶岩ドーム群の形成期 O2期:カルクアルカリ質-ソレライト質安山岩の中心噴火による成層火山形成期 O3期:カルクアルカリ質安山岩からなる北北東-南南西配列の4ステージの小コーン群形成期 O1期のデイサイトのマグマ溜まりの定置深度は約10-15kmで、御嶽火山下にあるS波反射面深度にあたる。O2-O3期のカルクアルカリ安山岩の定置深度は、約16-25kmと推定される。</p> <p>高アルミナ玄武岩マグマは、Moho面近傍で定置してソレライト質安山岩に、コンラッド面近傍でカルクアルカリ質安山岩に、このカルクアルカリ質安山岩がさらに上部地殻内に侵入・定置して、カルクアルカリ質デイサイトに分化したと推測される。</p> <p>地質圧力計を用いて、マグマが最終的に上部マントルと化学的平衡状態にあった深度を見積もると、約35-80kmとなる。この深度は、斜長石レールゾライト-スピネルレールゾライトの安定領域である。上野玄武岩は、他の乗鞍火山列の玄武岩よりも液相濃集元素に枯渇したマントルを起源物質としており、白亜紀の大規模酸性火成活動によって、枯渇した大陸リソスフェアが溶融して生じたものと思われる。</p> <p>上野玄武岩(乗鞍火山列南部)は、全体に分布の中心部が早い時期に活動し、縁辺部では新しい年代を示す。最初は、中心部の深部から、比較的高い部分溶融度の玄武岩が噴出し(270ka)、250-170kaにはMoho面下の浅い部分からやや低い部分溶融度で生成した玄武岩が、次第に範囲を広げながら噴出している。この分離深度-部分溶融度の時空変化は、約100万年間のダイヤビル状の物質上昇過程あるいは、流体が移動上昇するメルトの浸透過程を表していると思われる。</p> <p>乗鞍火山列は、火山活動開始時期は南から北へ向かって系統的に新しくなる。また乗鞍火山列直下には、北へ深くなる低速度体があることが示されている。低速度体は部分溶融体と考えられている。</p> <p>乗鞍火山列の玄武岩-玄武岩質安山岩から求めたマグマ深度には、約270-160ka、約80-5kaにわたって浅くなる2つのサイクルがあり、マグマの分離の場は現在の低速度体を取りまく領域に限られ、低速度体から離れた場所で分離したマグマはより低い部分溶融度を示す。</p>
13	木村純一	1998	中部地方	岐阜・長野県境	乗鞍火山列	阿寺山地		更新世	2.7-1.6Ma, 1-0Ma	<p>鮮新世の乗鞍火山列の火山活動は、上野玄武岩類2.7-1.6Ma、野麦峠火山岩類2.3-1.7Ma、飛騨火山岩類2.4、1.7Maがあり、この時期の活動領域は、基盤の濃飛流紋岩類の分布と活断層の位置に制約されている。第四紀以降は、南北配列した乗鞍火山列に活動域は限定され、乗鞍火山列が1.3Maに活動を再開する以外、すべての火山は1Ma以降に活動している。したがって、約1Maの活動期をもつ2つの活動ステージがあることが分かる。</p> <p>テフクロクワロロジーと年代値から、乗鞍火山列に見られる2つの活動期には約40万年間に一回、活動域の拡張があることが明らかになった。さらに詳しくみると、約数-10万年間に1回の同期的噴火イベントがある。</p> <p>上野玄武岩類の活動は、木曾御嶽火山の南東麓から活動を開始し、同心円状に活動域が拡張した。注入範囲の空間的な広がりには分離深度変化に対応し、深度100-120kmから60-70kmに浅化したと推定された。</p> <p>この分離深度の浅化の後、活動域の拡大が起こっていることから、上昇するマントルダイヤビルの頭部崩壊と、側方への拡張が起こったものと類推される。</p> <p>上野玄武岩のマグマ発生場は上部マントルにあり、約100万年間続く火成活動は、1つの巨大なマントルダイヤビルの寿命に対応していると考えられる。</p> <p>マグマの地殻内滞留時間を補正したマグマ供給範囲の規模とマグマ分離深度には良い対応関係があり、分離深度が浅い時期ほど、広範囲にマグマが注入されていることが示唆される。このような短時間・小規模な変化は、マントルダイヤビルが周期的に上昇したか、定置したマントルダイヤビルから周期的に間隙メルトが絞り出されたのかのいずれかによって達成できる。</p>

表11 単成火山に関する文献の概要(4/4) -中部日本地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
										<p>時空配列から見ると、いくつかのクラスターに細分され、それぞれのクラスターの中で活動域は時代とともに特定の方向に拡張する。拡張は地殻の主圧縮応力に直交した方向へ進行し、拡張の期間は、概ね30-40万年間である。第四紀の乗鞍火山列も南方から次第に北方へ拡張し、最終的には火山列全域が活動域となる。</p> <p>第四紀火山活動に見られる30-40万年周期の現象に関しては、上野玄武岩類の例から類推すれば、それぞれの火山クラスター下に独立した(あるいは複数かもしれない)長寿命のマグマ溜まりが存在し、活動域の拡張はマグマ発生場における周期メルトの挙動に制御されていると考えられる。広域地殻応力場は、拡張方向を支配している可能性が高い。</p>

表12 単成火山に関する文献の概要(1/7) -近畿・中国地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	藤井正人・荒井章司	1982	中国地方	岡山県	荒戸山	岡山県西部吉備高原	周囲より200mほど高いドーム上をなし、2km x 1kmの楕円形		更新世中-後期	荒戸山アルカリ玄武岩は、中生代後期から新生代初期の花崗岩、流紋岩および第三紀層を貫いている。荒戸山の地下の上部マントルは、ハルツバージャイトが卓越していると推定され、度重なる火成作用により、キウムラスマントルは厚さが不均質であると考えられる。
2	古山勝彦	1984	中国・山陰地方	兵庫県-鳥取県境	扇ノ山	兵庫県-鳥取県境周辺	溶岩の総体積: 4.3km ³	更新世後期		この地域は、アルカリ玄武岩のほかに、大量のカルクアルカリ安山岩が分布する。神鍋山、田倉山、玄武洞と同様、超苦鉄質捕獲岩は含まれていない。西南日本に分布するアルカリ玄武岩類に伴うカルクアルカリ玄武岩類は、分化初期に花崗岩質基盤岩を同化したアルカリかんらん石玄武岩から生成したと考えられている。基盤岩の化学組成として、SiO ₂ にやや乏しい花崗閃緑岩質岩石が考えられる。
3	古谷勝彦	1990	近畿北部	兵庫県	神鍋単成火山群・太田火山	城崎郡日高町	標高350m,		22000年より若い	神鍋スコリア層を鬼界赤ホヤ火山灰が覆っていることから、神鍋スコリア層丘の活動は鬼界赤ホヤ火山灰の降下堆積以前に終了したと考えられる。
4	古山勝彦 ほか	1993	中国・山陰地方(山陰東部)	兵庫県	神鍋火山群およびその近傍に分布する玄武岩質単成火山	兵庫県城崎郡日高町。7つの単成火山群は、城崎郡日高町の稲葉川溪谷沿いに、N45W方向の1.5 x 5kmの帯状の範囲に分布する。神鍋山東約10kmの豊岡市南部に上佐野火山、神鍋山北西約11kmの美方郡村味取(みどり)、北東約5kmの豊岡市目坂にも新しく活動した玄武岩質火山が分布。	A 神鍋火山群		0.74-0.17Ma(要旨参照)	A 神鍋火山群 西気火山の西気丘東部に分布する西気溶岩(かんらん石玄武岩)の年代は、0.69 ± 0.03Ma。西気丘西部に分布するまんごう溶岩(かんらん石玄武岩)の年代は、0.74 ± 0.03Ma。大机火山の大机溶岩(かんらん石玄武岩)の年代は、0.218 ± 0.008Maで、この溶岩は西気火山の活動後、約0.5Maの休止期を経たのち活動したと考えられる。プリ火山のプリ溶岩(かんらん石玄武岩)の年代は、0.173 ± 0.009Ma。太田火山の太田溶岩(かんらん石玄武岩)と太田スコリア層中の火山弾(かんらん石玄武岩)は、0.167 ± 0.020Ma。
							B 味取火山は、兵庫県村岡町北西部に分布する、東西200m南北600mに広がる、標高120-140mの小溶岩台地。		0.21Ma	B 味取火山の味取溶岩(かんらん石玄武岩)の年代は、0.216 ± 0.008Maである。活動年代は、0.21Maと推定され、神鍋火山群の大机火山とほぼ同じ活動年代である。
							C 目坂火山は、豊岡市南西部の目坂に標高400m-200mにかけて、東西約1km南北約500mの範囲で分布。		0.12Ma	C 目坂火山の目坂溶岩(玄武岩)の年代は、0.126 ± 0.014Maである。活動年代は0.12Maで、プリ火山と太田火山の活動のほぼ中間の時期に活動したと推定される。
							D 上佐野火山は、兵庫県豊岡市南部に分布。		0.23Ma	D 上佐野火山の上佐野溶岩(玄武岩質安山岩)の年代は、0.234 ± 0.010Maである。活動時期は、大机火山とほぼ同時期に活動したと考えられる。
							E 田倉山火山は、京都府-兵庫県にまたがって分布。標高160-210m、東西4.3km南北2.3kmに広がる溶岩台地と台地北部のスコリア丘(田倉山、標高3497m)からなる。		0.37Ma	E 田倉山火山の小倉溶岩と衣摺溶岩(両者とも、かんらん石玄武岩)の年代は0.37Maで、田倉山溶岩の年代は0.31Maである。年代値から、小倉、衣摺溶岩を流出した火山活動の後、約0.06Maの休止期を経て田倉山スコリア丘形成・田倉山溶岩流出の、少なくとも2つの単成火山の活動があった可能性を示唆する。
							F 玄武洞火山は、兵庫県城崎郡城崎町、豊岡市にまたがる、東西4.5km南北5.5kmの地域に分布。		1.65Ma	F 玄武洞火山の玄武洞溶岩(かんらん石玄武岩)の年代値は、1.65 ± 0.05Maであり、噴出年代は1.65Maと推定される。
<p>本地域で最も古く活動したのは玄武洞火山(1.65Ma)で、その後約90万年を経た後、神鍋火山群で最も古い西気火山が活動した。その後神鍋火山群では、大机火山の活動(0.22Ma)に至るまで火山活動がなかった。西気火山の活動後、約0.3Maを経て活動した田倉山火山から得られた年代幅(0.31-0.37Ma)は、単成火山としては特異に長い。小倉・衣摺溶岩を流出した火山活動(0.37Ma)の後、新たに田倉山スコリア丘および同溶岩を流出した単成火山の活動(0.31Ma)があった可能性がある。0.23Ma以降、神鍋火山群で6回、近傍地域を合わせると9回の単成火山の活動が、間欠的におこった。噴火頻度としては、3万8千年に1回の単成火山の活動があったことになる。山陰東部地域は、中国山陰地域の単成火山分布域の中で最も若い活動年代をもつ分布区域である。山陰東部地域は、中国山陰地域の単成火山分布域の中で最も若い活動年代をもつ分布区域である。</p>										
5	古山 勝彦	1973		兵庫県	城崎郡日高町	火山丘は北西から、西気丘、大机山、神鍋山、プリ山、清滝丘。		更新世-完新世	大机火山は19,250年BPより若い	神鍋火山群の火山層序、形成史をスコリア層、火山灰層、風化・開析程度を指標として明らかにした。神鍋火山群は古いものから、西気火山、プリ火山、大机火山、神鍋火山の順に活動した。清滝火山は大机火山より古い可能性がある。大机火山は材化石の ¹⁴ C年代から19250年BPより新しい。神鍋火山群の各火山は、清滝火山を除いては、降下スコリアの噴出を主とする活動(噴火丘の形成)の後、溶岩流出を主とする活動、最後に降下火山灰の噴出があったと考えられる。このような噴火順序は、粘性の小さなマグマの噴火活動の進行に伴う揮発性物質の減少・粘性の増大にあると考えられる。神鍋地域では、多輪廻火山は形成されず、一輪廻火山が連続的に時間間隙をおいて活動した。
6	古山 勝彦	1976		兵庫県	城崎郡日高町			更新世-完新世		化学組成の特徴から、神鍋、大机、山宮の各溶岩は、基本的には単一のマグマの分別結晶作用により生成したと考えられる。神鍋火山群の各火山は、斜長石が相対的に浮上しかんらん石が沈降するようなマグマ柱を想定し、マグマ柱の最上部・上部がそれぞれ山宮、大机火山を、中・下部が神鍋火山を形成したと考えれば説明が可能である。各溶岩の化学組成は、各火山のマグマがマグマ柱内にあったときの位置に、マグマ柱から分離した後の影響(マグマ溜り内での斜長石・カンラン石斑晶の晶出分離)が加わり決定されたと考えられる。
7	古山 勝彦・田崎 耕一	1979		兵庫県	城崎郡日高町			更新世-完新世		神鍋火山群のうち清滝スコリアは、各種の巨斑晶[かんらん石(Fo74-77)、斜方輝石(En49-51、Al ₂ O ₃ =3.2-4.3%)、単斜輝石(TiO ₂ =0.5-1.5%、Al ₂ O ₃ =4.1-8.2%)、スピネル、磁鉄鉱]、及びはんれい岩捕獲岩(径1cmの球状、斜方輝石En64-70、Al ₂ O ₃ =3.5-4%)を含む。単斜輝石巨斑晶にはAl ₂ O ₃ に富むもの他に若干Al ₂ O ₃ に乏しいものもある。かんらん石、斜方輝石巨斑晶は顕著にFeに富む。これらは単斜輝石巨斑晶を主とする結晶の晶出分離によりFeO/MgOの増大したマグマから晶出した可能性がある。はんれい岩質捕獲岩中には、輝石を置換してケルスート角閃石が生成しており、清滝火山のマグマの早期沈積相である可能性がある。

表13 単成火山に関する文献の概要(2/7) -近畿・中国地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
8	Furuyama et al.	1993	山陰地方東部	鳥取県東部から兵庫県北部	東鳥取-神鍋-玄武洞			後期新生代	要旨参照	山陰東部地方の後期新生代の約30の火山についてK-Ar年代を測定した。試料の大半は玄武岩質単成火山からのものであるが、大量に噴出したカルクアルカリ安山岩溶岩についても測定を行った。スコリア丘の開析の程度や溶岩が作る地形は、それらのK-Ar年代に基づくと、鮮新世と第四紀のものである。 鮮新世の火山(浜坂・轟・大屋)は、長径50km短径35km、N45Wの走向方向の楕円形をなし、山陰頭部地方地区の北西・南西境界部分に分布する。第四紀の火山活動は、玄武洞で1.6Maに始まり、1.3-1.5Ma、0.7-0.9Maの2回の休止期を除き、それぞれ10万年の間に1-4個体の単成火山を形成し、完新世まで継続している。第四紀の火山活動は主として本地区の西部と北東部で始まり中央部・南東部へ移行した。本地区で第四紀における最も活動的な時期は、0.9-1.3Maの間である。
9	玄武洞団体研究グループ	1991		兵庫県北部	北東の楽々浦から南南西の新堂まで、東西4.5km南北5.5kmの地域に分布。			第四紀	1.61Ma(玄武洞溶岩)	玄武洞火山は、下位の玄武洞溶岩と上位の赤石溶岩に分けられる。玄武洞溶岩には細粒部と粗粒部とがあるが、その関係は遷移的であり、鉱物組成、化学組成にも差異は認められない。 赤石溶岩の自然残留磁化は、玄武洞活溶岩と同じく逆帯磁であり、ともに松山逆磁極期の活動と考えられる。 赤石溶岩の特殊な化学組成(SiO ₂ , アルカリに乏しく、P ₂ O ₅ , TiO ₂ および軽希土類に富む)は、固結後の加水変質によるものであり、もともとアルカリ、P ₂ O ₅ に富みAl ₂ O ₃ に乏しい玄武岩ないし玄武岩質安山岩であったと考えられる。 玄武洞溶岩と赤石溶岩では、鉱物組成・化学組成・同位体組成が大きくことなり、それぞれ異なる本源マグマから由来したと思われる。
10	玄武洞団体研究グループ	1991		兵庫県北部	豊岡市南部	火山は、スコリアの分布する標高200-230m程度の山地部分と、標高約100mの溶岩台地部分から構成される。		更新世	ブリュヌ正磁極期?	兵庫県豊岡市南部に玄武岩質安山岩からなる上佐野火山を認めた。上佐野火山の活動は、まず豊岡累層の基盤の高まり付近でスコリア・火山礫の噴出が開始され、北東側へ玄武岩質安山岩溶岩の流出があり、その後に火山活動は終了したと考えられる。上佐野溶岩は、北西 - 南東方向に600m、北東 - 南西200mの溶岩台地を形成し、基盤岩の浸食谷を埋めて分布する。上佐野溶岩は、正常磁していることと火山地形が残されていることから、活動時期はブリュヌ正磁極時である可能性が高い。
11	平井寿敏	1983	中国地方	島根県	野山岳	島根県浜田市	浜田市の南南西約13kmに位置し、標高252m、周囲との標高差約100m。			野山岳火山では、初めは比較的断続的に噴火を繰り返し、降下火砕堆積物や火砕堆積物をもたらしていたが、後に連続的となり、最後に溶岩が流出したと考えられる。初期には、地表付近の火道をラッパ状に大きく広げた大きな爆発があったであろうと推定される。
12	岩森 光	1995	中国地方・北九州地方(西南日本弧)							中国地方中央部の新生代火山岩の分布と化学組成・噴出量についての特徴を以下に示す。玄武岩類は径が30km程度の分布域をもつ10のグループ(世羅、吉備、津山、比婆、横田、黒岩、松江、倉吉、隠岐島前、隠岐島後)に分けられ、一般に各グループ内での活動は限られた期間(約2m.y.)に起こった。安山岩-デイサイト質の火山岩は、日本海沿岸地域に限られる。 火山岩の噴出量は、南海トラフに近い山陽から背弧側の山陰にかけて増加し、さらに北の隠岐では再び減少する。火山岩の化学組成は、山陽のアルカリ岩から背弧側に向かってサブアルカリ岩へと変化し、隠岐では再びアルカリ岩が出現する。これらに基づいて、火山岩類を4つの帯状地域(南から山陽、脊梁、山陰、隠岐)に分けることができる。 山陽のアルカリ玄武岩類は、プレート内火山に類似する。一方、脊梁や山陰のサブアルカリ岩は、プレート内ソレイト、火山弧、プルームタイプ海嶺玄武岩に相当する、広い組成幅を示す。微量元素の存在量は、山陽及び隠岐のアルカリ岩ではプレート内アルカリ玄武岩の特徴を示すが、脊梁から山陰の岩石では、Nbの相対的枯渇が顕著である。 溶融実験によるマントルかんらん岩と共存し得る温度-圧力範囲の検討から、玄武岩の生成条件は山陽から山陰にかけて温度・圧力ともに減少し、かつ約1300 の断熱融解曲線上に並ぶことが明らかになった。これらの実験結果から、山陰を中心とするマントルの断熱的上昇・融解が起こり、上昇の中心部ではリソスフェアが薄くなりマントルが浅くまで上昇し、サブアルカリ質のメルトを生成したと解釈することができる。 同時に山陰のマグマの生成圧力が8kbであることは、モホ面付近までマントル物質が上昇して地殻物質を溶融し、山陰にのみ出現する安山岩質マグマを生み出すことが可能であることを示唆する。一方、上昇の縁辺部にあたる山陽や隠岐では、リソスフェアは比較的厚く保たれ、メルトの生成深度は大きく、アルカリ岩を生成すると考えられる。 玄武岩の液相濃集元素濃度・分配係数・溶融度から、バッチ溶融を仮定し源岩の液相濃集元素を調べたところ、付加された流体成分はRbやKのようなLIL元素とともに、重希土類元素やZr, Yなどに富む。これらは、スラブ由来の流体にはほとんど含まれないと考えられており、フィリピン海プレートあるいは太平洋プレートの沈み込みに由来するものとは考えにくい。流体の付加は火成活動の少し前(せいぜい100万年前)、あるいは直前に起こりマントルの融点を低下させ溶融を引き起こしたと考えられる。 枯渇していないマントルがより深部からの流体(低融点成分)の付加をうけて溶融・上昇を起こし、流体の付加が最も多かった部分では、より多くメルトが生産され上昇の中心となると考えられる。 上昇の中心部では、熱的あるいは機械的な削剥により、リソスフェアが薄くなり熱いマントルが、モホ面直下まで上昇し、サブアルカリ岩および安山岩質メルトを生成する。このためサブアルカリ岩は溶融度が高いにもかかわらず、比較的高い液相濃集元素濃度を示す。一方、上昇流の縁辺部では、液相濃集元素の付加はほとんど起こらない。 中国地方の新生代玄武岩類は、ハワイのような1500 を超えるような高温のマントルに由来するものではなく、海嶺玄武岩と同程度の(地球としては平均的な)、約1300 のマントルに由来するものであり、低融点成分(揮発性元素、液相濃集元素)に富む。
13	加々美寛雄・玄武洞団体グループ	1990	中国・山陰地方		玄武洞地域				1.6Ma	赤石、玄武洞両溶岩の Sr, Nd値の大きな違いは、地殻上部物質の混入あるいは変質で説明することは困難である。赤石溶岩は、低い Sr値と高いSr含有量を示し、この溶岩に地殻物質が混入し高い Sr値をもつ玄武洞溶岩が形成されるためには、地殻物質の高い混入率(50-90%)が必要となる。しかし、この混入率ではアルカリ玄武岩マグマではなく、中性・酸性マグマが形成される方が自然である。 両溶岩の形成が1.6Maおよびそれ以降と、現在に極めて近いため溶岩形成後Rb/Sr値の変動が起きたとしても、それら溶岩が初生的にもっていた ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr値に大きな変化をもたらすものではない。両溶岩は異なる起源物質から形成されたと考えるのが妥当である。

表14 単成火山に関する文献の概要(3/7) -近畿・中国地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
14	角縁 進・永尾隆志・長尾 敬介	2000	西南日本	山口県		~1.0X10 ⁴ km ² の範囲に、高さ0.5km以下、体積0.1km ³ 以下の40の単成火山が点在。	笠山・伏馬山・権現山(スコリア丘)、千石台・羽賀の台(溶岩平)。	1期(前期活動:3.3±0.6Ma),2期(後期活動:0.4±0.2Ma,0.18±0.03Ma)。		阿武単成火山群は、アルカリ玄武岩(かんらん石玄武岩~単斜輝石かんらん石粗面玄武岩)からなる単成火山と、カルクアルカリ安山岩~デイサイトからなる単成火山とが、1つの独立単成火山群を構成している。K-Ar年代測定結果から、約1.6Ma~2Maの年代値のグループと、約0.8Maより若い年代値のグループに大別される。前期阿武単成火山活動は2Maに始まり40万年ほど活動し、約0.3km ³ の溶岩を噴出した。一方、後期阿武単成火山活動では、0.8Maから数万年前までの80万年間活動した。地表に噴出したアルカリ玄武岩は約0.4Maに活動のピークを迎えるのに対し、カルクアルカリ安山岩~デイサイトの活動は、アルカリ玄武岩の活動がピークを迎える約0.4Ma頃から噴出量を急激に増加させ、約0.2Maに活動のピークを迎える。 前期火山活動はアルカリ玄武岩マグマのみの活動で、その化学組成はプレート内玄武岩の特徴を有し、マントルダイアビルに由来したと考えられる。前期火山活動終了後、活動休止期間約80万年を経て、新たなダイアビルが上昇を始め、約80万年前に後期活動が開始したと考えられる。後期の活動で見られるカルクアルカリ安山岩~デイサイトは、アルカリ玄武岩マグマとSiO ₂ =70wt%の珪長質マグマとが混合したと推定される。マグマ混合に關与した珪長質マグマは、マントル-地殻間の密度差のため地殻最下部に一時停滞した玄武岩マグマの熱により、下部地殻が溶融し形成されたものと考えられる。後期阿武単成火山活動のアルカリ玄武岩とカルクアルカリ安山岩~デイサイトの活動の時間差は、下部地殻の溶融から珪長質マグマの移動・定置までの期間を示す可能性がある。
15	Kaneoka I., Takahashi E. and Zashu S.	1977	中国地方	島根県	隠岐島後			中新世-鮮新世	3.6-3.3Ma	アルカリかんらん石玄武岩とより酸性の玄武岩質噴出物が認められるが、前者は島の北部で中期鮮新世に後者が後期中新世もしくは鮮新世に噴出した。
16	川本竜彦	1990	中国・山陰地方(山陰東部)	兵庫県	神鍋火山群	兵庫県城崎郡日高町	大机山:比高90m,基底直径750m,短径500mで北東-南西方向にやや伸びた形状を示す。神鍋山:比高125m,基底長径675m,山頂部には長径200m,短径100m,深度40mの火口が存在する。ブリ山:比高120m,基底長径675m。山頂部に火口は認められない。神鍋単成火山群の噴出物の体積は約0.8km ³ と推定され、そのうちの約3/4は、最後に噴出した神鍋溶岩流である。		神鍋スコリア以外の火山活動は、始良Tn火山灰の降下堆積(21000-22000年前)以前に終了しており、神鍋スコリア丘の火山活動も、鬼界アカホヤ火山灰の降下堆積(6000-6500年前)以前には終了した。	神鍋単成火山群の噴出物は、西気,山宮,ブリ,大机,清滝神鍋スコリア丘より噴出したスコリア層,山宮と清滝スコリア丘以外の4つのスコリア丘から流出した溶岩流,および噴出源不明の西橋北スコリア層からなる。西気・ブリ・大机・神鍋の4つのスコリア丘の火山活動は、スコリアの噴出に始まり、溶岩流の流出で終わっている。山宮スコリア丘と清滝スコリア丘からは溶岩流は流出していない。山宮スコリア丘は火山活動終了後、風化火山灰土層が堆積する時間間隔を経て、山体崩壊を起こし、岩屑流の堆積物を生成した。神鍋スコリア以外の火山活動は、始良Tn火山灰の降下堆積(2.1万-2.2万年前)以前に終了しており、神鍋スコリア丘の火山活動も、鬼界アカホヤ火山灰の降下堆積(6000-6500年前)以前には終了していた。
17	小林伸治・沢田順弘	1998	中国・山陰地方	島根県	隠岐島後		日本海沖約60km	中新世-鮮新世	久見の黒曜石:3.9Ma,黒滝岩の黒曜石:6.3Ma,流紋岩と粗面岩:6.8±0.2Ma,流紋岩,粗面岩,シヨシヨナイト:5.5-5.4Ma,葛尾石英流紋岩類:5.45±0.17Ma,ミュージアライト:5.4Ma。	隠岐島後の地質は、先第三紀の隠岐片麻岩類および第三紀以降の火山岩類と堆積岩に分けられる。隠岐アルカリ玄武岩類は、中新世の郡累層,久見累層,都万累層を不整合に覆う。 隠岐アルカリ玄武岩マグマの供給システムを検討した(A:粗面岩マグマ生成モデル,B:流紋岩マグマ生成モデル,C:流紋岩マグマにおけるマグマ混合とその端成分生成モデル)。A:シヨシヨナイトマグマからの結晶分化作用あるいは地殻物質や固結したシヨシヨナイトの他の熱源による部分溶融。B:地殻物質が加熱され、また流体が供給されることによってマグマが形成される部分溶融プロセス。C:流紋岩マグマにおけるマグマ混合と、その端成分生成の同時期溶融,また2段階溶融モデル(文献にモデル図あり)。
18	小屋口剛博・藤井敏嗣	1981	中国地方	山口県	鳩島	山口県豊浦郡	島戸沖1kmの岩礁	第三紀より新しい		アルカリ玄武岩質溶岩(含黒雲母ペイサニトイド)は、ノルムネフェリンを11%以上も含み、中国地方のアルカリ岩類でも特にシリカに不飽和な組成を有する。多量の黒雲母を含むという点を除くと、周辺の島戸,角島地域の溶岩と良く似ている。発見されたザクロ石捕獲岩は、泥質岩が高温高压下で変成作用を受けた結果か、下部地殻に存在しているものか、検討を要する。
19	Koyaguchi T.	1986	西南日本	山口県		総噴出量:3-4km ³				阿武単成火山は、化学組成から2種類に大別される。1つはSiO ₂ の増加に伴いFeO*/MgO比が大きくなるトレンド(Feタイプ)と、FeO*/MgO比に対してSiO ₂ が増加するトレンドを有するもの(Siタイプ)である。Feタイプのものは、始源的マグマの分別結晶作用により生成されたと考えられる。またSiタイプのものは、かんらん石と石英の共存や、斜方輝石,斜長石斑晶の逆累帯が見られることから、かんらん石を含む初生的アルカリ玄武岩と、石英,Na斜長石,角閃石斑晶を含むデイサイトマグマの混合により生成されたと考えられる。岩石記載および化学組成からも、その混合比は多様であると考えられる。安山岩,デイサイト中に見られるパーガス角閃石,単斜輝石斑晶は、マグマの混合の過程で玄武岩質マグマから晶出した可能性がある。溶岩中の斑晶は、噴火中心からその縁辺部に向かって、二次的マグマ(マグマ混合)から晶出した斑晶が増加する。これは、マグマだまりの累帯構造を示唆していると考えられる。
20	藤巻宏和 ほか	1989	中国地方	島根県	隠岐島後				ミュージアライト:5.4Ma,山頂玄武岩:4.6Ma	島後のミュージアライト(2サンプル)と大満寺山山頂部のアルカリ玄武岩(1サンプル)をK-Ar法で固結年代を測定した。西郷玄武岩類に伴うとされていたミュージアライトも、大峰玄武岩類に伴うとされていたものも、同じ5.4Maの固結年代を示した。大満寺山山頂の玄武岩は、4.6Maの固結年代であった。隠岐粗面岩-流紋岩類とミュージアライトの活動時期には少なくとも1Maの時間間隙がある。
21	松浦浩久	1986	中国地方	広島県	女亀山	広島県と島根県の境界	東西4km×6km	鮮新世末-更新世初	1.8Ma±0.2Ma	玄武岩類は大部分は溶岩で、周辺の基盤岩中には幅30cm前後の玄武岩岩脈が、北西-南東方向に貫入している。この溶岩の年代値は1.8±0.2Maで、岩石の風化が認められないことなどから、これは噴出年代を示していると解釈される。本地域の北西に約20km離れた島根県江津市-太田市に分布する都野津層群と、南東に約20km離れた広島県三次市-甲田町に分布する甲立礫層とがあり、いずれも鮮新世末-更新世初とされており、本層は両地域の間地点に位置する。
22	松浦浩久・宇都浩三	1986	中国地方	島根県		島根県本町		鮮新世末	2.09±0.09Ma	「赤名」地域内では、アルカリ玄武岩類は、川本町東部の火山岩類と、島根県-広島県境界の女亀山(1.8±0.2Ma)のアルカリ玄武岩類が分布している。本地域の溶岩のK-Ar年代は、2.09±0.09Maで、鮮新世末に噴出した。これは、女亀山のアルカリ玄武岩の年代と誤差の範囲で一致している。中国地方のアルカリ玄武岩の噴出年代の中でも、この2つの溶岩は比較的若い地質年代の火山活動の産物である。

表15 単成火山に関する文献の概要(4/7) -近畿・中国地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
23	Morris P. and Itaya T.	1997	中国地方	島根県		松江市		中期中新世	11.0 ± 1.5Ma	<p>中期中新世の玄武岩および玄武岩質安山岩が、島根県東部松江市の半径5km以内に露出する。露出範囲や年代が比較的限られるにもかかわらず、その化学組成は⁸⁷Sr-⁸⁶Sr, ¹⁴³Nd-¹⁴⁴Nd, LILE元素において幅広く、Nb, TiなどのHFSE元素においては比較的狭い組成幅を示す。これら玄武岩や安山岩は、化学組成、同位体組成から3つのグループに分けられる。あるグループのものは、分別結晶作用を被ったにもかかわらず、同位体組成は閉鎖系のマグマ活動によってその組成を保持している。</p> <p>地殻物質の混染は同位体組成から説明できるが、微量元素の組成からは説明できない。既存の実験データによると、ある端成分は25km以深のマントル上昇による浅所での溶融物質であることが示されている。説明可能なモデルは、混合・分別結晶を経験した2つの異なるマグマの上昇である。もう一方の端成分は、不均質マントルである。</p> <p>松江の玄武岩-安山岩の同位体組成に関しては、後期中新世に噴出した西南日本の間マフィック火山岩の組成範囲と重なっている。このような狭い範囲でのマントルの不均質は、西南日本におけるマフィック火山岩の地域的な化学組成の多様性を論じる上で重要である。</p>
24	Morris P.A. and Kagami H.	1989	山陰地方	島根県	松江地域 その他			中新世～		<p>島根-隠岐(山陰地方)の12個の火山岩について、Nd-Sr同位体比と地球科学的データについて検討した。それらは、アジア大陸のリフティング以来の日本南部の日本海中新世～現在までの火山活動史についての情報を有している。検討した火山岩類のうち最も古い、約15Maの日本海拡大中に噴出したドレライト、牛切層の火山岩は、枯渇した起源マントル($Nd > 0; Sr < 0$)から形成したソライトである。松江層近傍、11Ma玄武岩は、島弧玄武岩～プレート内玄武岩の中間的な微量元素パターンを示し、同位対比は $Nd < 0, Sr > 0$ であることから、スラブ由来の流体によって改変された、枯渇マントルを起源とすると考えられる。</p> <p>隠岐島前の火山岩類はアルカリ岩で、エンリッチしたマントルブルーム起源と考えられ、隣接する隠岐島後の火山岩類とは異なる同位対比を示す。和久羅山カルクアルカリ安山岩(鮮新世初期)や1Maより若い島弧玄武岩・プレート内玄武岩の起源マントルは、多様である。プレートテクトニクスや地震データを加味すると、第四紀までの沈み込みの影響は太平洋プレートによるものであり、第四紀や若い火山岩類はフィリピン海プレートによるものと考えられる。</p>
25	永尾隆志・坂口美子	1990	中国地方	島根県益田市		益田市北東川下	古第三紀烏帽子山火山岩体赤雁デイスイト質凝灰岩を貫く、直系約120mの円形に近い平面分布。	6.7Ma	後期中新世	捕獲岩の記載のみ。
26	野村 亮太郎・古山 勝彦・小滝 篤夫・井上陽一・高須 晃・三宅 康幸	1996		兵庫県北部	豊岡市上佐野～城之崎軍日高町		東西約1km, 南北約0.6kmの範囲に分布。総噴出量は $5.1 \times 10^6 \text{m}^3$ 。	更新世	0.23 ± 0.01Ma	<p>上佐野火山は、東部山陰地域の第四紀玄武岩質単成火山の一つである。K-Ar年代は0.23Maで、溶岩流と降下火山砕屑物からなる。本火山の活動は少なくとも二つの火道(A, B火道)によって行なわれた。活動は4ステージに分けられ、ステージ～はA火道、ステージ～はB火道により行なわれた。各ステージは、初期の火山灰や火山礫を放出したマグマ水蒸気爆発と、それに引き続くストロンボリ式噴火からなる。</p> <p>上佐野溶岩は玄武岩質安山岩の組成を有し、$\text{SiO}_2 = 51.8-53.6\%$である。溶岩の組成変化は、基盤の流紋岩質岩(中新統)の混成作用と結晶分化作用に起因する。上佐野溶岩の化学組成は、周辺の第四紀玄武岩に比べてSiO_2に富みK_2Oに乏しいことなどから、同時期に活動した神鍋単成火山群の一員とは考えにくい。</p>
27	濡木輝一・村上 允英	1979	中国地方					新生代(火山活動)		花崗岩類・片麻岩類・斑れい岩類は、アルカリ玄武岩にもカルクアルカリ玄武岩にも含まれる。斑れい岩は、玄武岩の種類や噴出場所に関係なく普遍的に見られるが、花崗岩類・片麻岩類は、カルクアルカリ玄武岩に含まれる傾向が強い。逆に、超苦鉄質岩類は、アルカリ玄武岩に含まれ、カルクアルカリ玄武岩ないし玄武岩質安山岩にはほとんど含まれていない。
28	Shukuno H. and Arai S.	1999	中国地方	島根県東部-鳥取県西部		島根県東部-鳥取県西部		新生代	日本海拡大後11Ma頃から始まり、0.1Ma頃まで断続的に継続。	<p>Iwamori(1991)により、南から山陽ゾーン、脊梁ゾーン、山陰ゾーンに分ける。地域的な全岩化学組成の変化が認められ、山陰ゾーンのもものは、$\text{SiO}_2-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$図上で、すべてアルカリ玄武岩フィールドにプロットされる。山陰ゾーンのもものは、アルカリ-サブアルカリ・フィールドにかけて、脊梁ゾーンのもものは、アルカリ-サブアルカリ・フィールド境界近くにプロットされる。アルカリ玄武岩中に斑晶として含まれるかんらん石-スピネルの化学組成の変化から、これらの玄武岩類をもたらした溶け残りマントルを推定すると、津山、吉備、世羅ではレールソライト、黒岩高原、横田、比婆ではレールソライトからハルツパージャイト、松江ではレールソライト(11Ma)とハルツパージャイト(1Ma)、吉倉ではハルツパージャイト、隠岐島後ではレールソライトである。この結果は、溶融実験とほぼ一致している。</p> <p>中国地方の玄武岩中のクロムスピネルの$\text{Cr}\#(=\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})\text{原子比})$は、時間的な変化を示していると考えられ、度重なる玄武岩活動によってもたらされたものである。日本海沿岸地域を中心としたブルームの上昇を仮定すると、この間、溶け残りマントルは、時代とともにレールソライトからハルツパージャイトへ変化していったと考えられる。</p> <p>ブルームの中心附近の山陰ゾーンや脊梁ゾーンでは、ブルームからより多くの流体の付加やその上昇流の程度の高さにより、より部分溶融が進み、溶け残りはより枯渇したものになり多様性を作った。一方、ブルームの縁にあたる山陽ゾーンではブルームの上昇流の程度は少なく、また付加される流体の量が少なかったために、一定の条件で溶融が進み、溶け残りは多様性を作らなかったと考えられる。</p> <p>山陽ゾーン(津山、吉備、世羅): 津山盆地のアルカリ玄武岩は、かんらん石や単斜輝石が分別するような分別結晶作用で説明できる。しかし、吉備高原や世羅台地の玄武岩の一部は、結晶分別作用だけでは説明できない。これらは、かんらん石や単斜輝石の分別と同時に、地殻物質の同化作用や、上部マントルとの相互反応を考慮する必要があるが、微量元素の化学組成の検討からは、地殻物質の同化作用は考えにくい。</p> <p>脊梁ゾーン(黒岩高原、横田、比婆): 横田地域の玄武岩も、吉備同様、マフィック鉱物の結晶分別作用だけでは説明できず、Sr-Ndの同位体組成から、横田地域の地殻物質玄武岩は地殻物質との混染作用では形成されないことが示されている。また、横田地域の玄武岩は、SiO_2含有量が高くかつMgO含有量も高い性質、いわゆる高Mg安山岩の特徴を有している。</p> <p>山陰ゾーン(松江、倉吉): 松江地域の玄武岩類も、横田地域同様、高Mg安山岩的な組成を有した玄武岩が存在している。山陰ゾーンに関しても、初生マグマの多様性を考える必要がある。</p>
29	高橋栄一	1975	中国地方	島根県	隠岐島後島		捕獲岩の径は最大で40cm, 多くのものは3×5cm。			捕獲岩としてスピネルレールソライトが発見された。

表16 単成火山に関する文献の概要(5/7) -近畿・中国地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
30	鷹村 権	1978		愛媛県		宇摩郡新宮村				捕獲岩としてスピネルレーンゾライトが発見された(母岩はベイサニトイド)。
31	鷹村 権	1984	中国地方			西南日本		第四紀		西南日本弧を4つのブロック(1長門構造線以北,2長門構造線-舞鶴帯,3舞鶴帯-中央構造線,4中央構造線-仏像構造線)に分けると,1と2はアルカリ岩系が優勢で,3は岡山県には少量のカルクアルカリ岩系の玄武岩が,愛媛県新宮村のシート状のアルカリ岩系の玄武岩が見られる(4に関しては年代は不明)。
32	宇都浩三・小屋口剛博	1987	中国地方		阿武	山陰地方西部		第四期後半	杉原:3.3±0.6Ma,片俣:0.18±0.03Ma,市:0.4±0.2Ma	年代測定は,杉原(スコリア丘と溶岩流からなる),市(基底の径800m,比高140mの小スコリア丘と,その基底部から流出した長さ1kmの溶岩流),片俣(基底の径600m,比高80mの小スコリア丘と,長さ1kmの溶岩流)の3箇所で行われた。 片俣の全岩化学組成はK ₂ O=3.63%,Na ₂ O=1.81%と特異な岩石で,西南日本の新生代アルカリ玄武岩の中でも,最もK ₂ Oに富むものの一つである。K-Ar年代測定により求められた年代は,杉原の玄武岩は3.3±0.6Ma,片俣のものは0.18±0.03Ma,市のものは0.4±0.2Maである。 杉原を代表とする1期の活動と,市,片俣などの2期の活動との間に2Ma以上の時間間隙が存在するのか,3Maから数十万年の間に断続的に活動が継続したかどうかは,今後の検討を要する。
33	宇都浩三・田上高広・内海茂	1994	中国・山陰地方(近畿北部)	鳥取県東部から兵庫県北部	照来層群	兵庫県湯村地域		中-上部鮮新統	2.3-3.1Ma(寺田火山岩類に属する安山岩2試料:2.6±0.08および3.9±1.5Ma,歌長流紋岩類に属する流紋岩:2.7-3.1Ma)	弘原海(1984)では,春木累層について5.0±0.9Ma,高山累層については6.6±1.3MaのFT年代(いずれも未公表データ)とされたが,今回得られた年代値は,より若い2-3Maであった。 中国・近畿地方の新第三紀火山活動の時間空間分布の検討によると,5-1.5Maの非アルカリ岩類は,山陰地方東部にのみ限られている。 近畿中国地方の新第三紀火山活動は,中新世中期に山陰地方の全域にわたり大規模なサブアルカリ岩類の活動が起こったが,12Ma以降では中国近畿地方の広い地域でのアルカリ玄武岩主体の散発的かつ小規模な火山活動へと変化した。その後,5Maを境に,宍道湖以東山陰地方東部においてアルカリ玄武岩と並行してカルクアルカリ質安山岩-流紋岩類の活動が再開した。これらの活動は,山陰地方全体に東西方向の第四紀火山列(火山フロント)が形成される1.5Maまで引き続いている。 照来層群火山岩類は,鮮新世の山陰東部の火山活動の一部ととらえられており,2.5-4Maの年代が多く得られていることから,活動のピークはこの頃であったと推察される。これらの火山岩類は,非常に多様である(ソレライト質およびアルカリ質玄武岩,安山岩,デイサイト,流紋岩など)。照来層群の火山活動は,山陰地方東部に分布する他の玄武岩,安山岩,流紋岩質火山岩類の活動年代と調和的であり,鮮新世に起こったと考えられる隠岐トラフの拡大と関連して発生した可能性が指摘される。 いくつかのソレライト質玄武岩は,島弧的でない(HFS元素/LIL元素比が大きい)ことが指摘されている。津山,黒岩高原,小浜-三朝の南北方向にほぼ5Maの同時期に玄武岩質の火山活動がそれぞれ発生したが,前弧側から背弧側,つまり隠岐トラフ側に向かい強アルカリ質からソレライト質へ漸移し,第四紀東北日本のような成熟した島弧火山活動の島弧横断方向での化学組成変化とは逆向きである。 津山地域でマントル起源の捕獲岩を含むベイサニト質火山活動が起こった5Maには,その直下に沈み込むプレートは存在していなかった可能性が強く,山陰東部の鮮新世火山活動が,フィリピン海プレートの沈み込み由来するとは考えにくい。
34	Uto et al.	1994	中国地方	島根県	隠岐島後	島根県沖	60km沖			アルカリ岩の火山活動は,19-18Ma,5.5-5.4Ma,4.3-2.4Ma,1.3-0.6Maの4期間にわたり不連続的に起こった。また,18-5.5Maに長い活動休止期間があった。 ミュージアライトからアルカリ流紋岩へ化学的に変化した時期は,5.5Maであった。既報の全岩Rb-Sr年代は6.8Maであるが,これは噴火年代を示しておらず,ミュージアライト/トラカイトと流紋岩の混合により生じたためであると考えられる。同時期に起こったミュージアライトや,トラカイトや流紋岩を伴った分化したアルカリ玄武岩の噴火は,玄武岩質マグマの流入により多様なマグマを生成したためと考えられる。 19-18Maに噴出した玄武岩と,より年代の若い玄武岩では,前者の方がより高いLILE/HFSE比(K ₂ O/TiO ₂ ,Ba/Taなど)を有する。 19-18Maに噴出した玄武岩は,島弧リソスフェアを形成に大きな役割を果たした。この時期日本海は拡大しており,隠岐島後の下では海洋プレートの沈み込みは起こっていなかった。LILEに富み加した化学的特徴を持つ玄武岩は,アジア大陸縁においてかなり長い間沈み込みによって流体が混染した,フロゴパイトに富む大陸リソスフェア由来のものであるかもしれない。 日本海拡大後に噴出した鮮新世-更新世の玄武岩は,OIBに似た組成を持つアセノスフェアかより深いブルーム起源のマントル由来のものであるかもしれない。
35	古山雅彦・沢田順弘・板谷徹丸・三宅康幸	1998	近畿北部	鳥取県東部から兵庫県北部	照来層群	鳥取県八頭郡八東町細見川上流・兵庫県三方郡見方町備・兵庫県三方郡見方町秋岡	鳥取県八頭郡八東町細見川上流(TG01しそ輝石・普通輝石含有かんらん岩玄武岩質安山岩,TG02無斑晶質デイサイト),兵庫県三方郡見方町備(TG09無斑晶質デイサイト),兵庫県三方郡見方町秋岡(TG90かんらん石玄武岩)	鮮新世	TG01:2.80±0.09Ma, TG02:2.77±0.09Ma, TG09:2.81±0.09Ma, TG90:2.78±0.28Ma(平均2.79Ma)	(1)カルクアルカリ安山岩は鳥取東部-兵庫県北西部にかけて特に活発に噴出された。カルクアルカリ岩質火山活動では,後期中新世には丹後半島で小規模な岩脈の貫入が知られている。鮮新世に入ると,島根県で和久羅山安山岩の噴出があったが,その後の活動は東方へ移り,三朝層群坂本安山岩・丹後半島の経が岬安山岩などの活動後,照来層群中や氷ノ山火山でカルクアルカリ安山岩を主とする種々の非アルカリ質の活発な火山活動が起こった。 (2)アルカリ岩質火山の活動時代,活動期間は地域ごとの特徴が明瞭である:島根-鳥取にかけては後期中新世と鮮新世末以降にアルカリ岩質火山が活動している。同質の火山岩は,隠岐島前では後期中新世のみであり,隠岐道後では後期中新世以降第四紀に至るまで間欠的に活動している。一方,北近畿地域では3.8Maの浜坂火山以降,特に第四紀に入ってからのアルカリ玄武岩質の単成火山が活動した。 (3)島根-鳥取にかけての地域は,第四紀以降は大山に代表されるデイサイトの火山活動が開始した。北近畿地域では,扇ノ山単成火山群中にカルクアルカリ安山岩の活動が見られるが,デイサイトの活動は知られていない。
36	先山 徹・松田高明・森永速男・後藤 篤・加藤茂弘	1995	兵庫県北部		鉢伏-扇ノ山地域の火山岩類	兵庫・鳥取県境付近	(1)照来層群:	鮮新世-更新世	(1)照来層群(かんらん石玄武岩:2.71±0.17Ma,かんらん石輝石安山岩:2.81±0.07,斑状かんらん石含有輝石安山岩:2.71±0.11)	照来層群と氷ノ山火山岩はいずれも鮮新世後期で,その値は照来層群が2.85-2.64Ma,氷ノ山火山岩が2.58-2.54Maの接近した年代値を有し,その間に鉢伏火山が位置する。このことは,照来層群のうち少なくとも寺田火山岩と鉢伏火山岩との間に,従来考えられてきたような大きな時間間隙は存在せず,照来層群から鉢伏・氷ノ山火山へと火山活動がほぼ連続して起こったことを示している。

表17 単成火山に関する文献の概要(6/7)-近畿・中国地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
									(2) 扇ノ山火山岩群(無斑晶質安山岩畑平溶岩: 0.39 ± 0.04 , 無斑晶質安山岩菅原溶岩: 0.61 ± 0.08 , 安山岩: 1.08 ± 0.04 , 斑状玄武岩: 0.92 ± 0.05 , 無斑晶質安山岩: 0.41 ± 0.04) (3) 備火山(かんらん石玄武岩: 0.87 ± 0.03) (4) 第四紀広域テフラ・岩屑流堆積物(岩屑流堆積物中の安山岩ブロック: 2.64 ± 0.09) (5) 氷ノ山火山岩(かんらん石含有輝石安山岩: 2.55 ± 0.11 , 斑状かんらん石含有輝石安山岩: 2.54 ± 0.06 , かんらん石玄武岩: 2.44 ± 0.08) (6) 大屋火山(斑状玄武岩溶岩: 2.41 ± 0.08) (7) 田倉山火山(無斑晶質玄武岩: 0.30 ± 0.05) (8) 玄武洞火山(かんらん石玄武岩: 1.53 ± 0.06 , 無斑晶質玄武岩: 1.75 ± 0.14) (9) 神鍋火山群: かんらん石玄武岩 0.64 ± 0.05	K-Ar年代値から検討すると、兵庫県北部の火山岩類は鮮新世のもの更新世のものに大きく分けられる。鮮新世後期の活動は、寺田火山岩・鉢伏山火山岩・氷ノ山火山岩で代表されるように、安山岩質の溶岩と火砕岩類の噴出を主とする。それに加えて寺田火山岩の一部や浜坂、轟、大屋などの火山では、玄武岩溶岩が認められる。 第四紀の火山活動は玄武洞、扇ノ山火山、神鍋火山群などの玄武岩質単成火山を主とし、化学組成上はアルカリ岩系に属する。玄武岩質単成火山の活動が第四紀のみではなく、鮮新世からすでに始まっていた。このように、同じアルカリ岩の単成火山であっても、鮮新世の玄武岩と第四紀の玄武岩では化学組成が異なる。すなわち鮮新世から第四紀にかけて、玄武岩・安山岩ともに、よりアルカリ質なものに変化していったと見ることができる。
37	荒井章司・村岡弘康	1992					男山は標高260.3m	新生代	津山盆地火山群の活動年代: 5-6Ma	津山盆地、男山アルカリ玄武岩中の捕獲岩は、レールゾライト、ウェールライト、パイロクシナイト類などに分けられ、そのうちレールゾライトが7割以上を占める。これらは日本列島の上層マントルかんらん岩では、少なくとも主要元素に関して、最も枯渇度の低いものである。
38	井上多津夫	1990	中国地方	島根県		松江市南方荒島湾入部の南端				松江市南方に分布する下部中新統の下位層準には岩相の酷似した陸成安山岩類が産出し、層序と化学分析データからそれらは4枚の溶岩流に区別される。これらの溶岩類の造岩鉱物には、統計的に有意な卓越方位の指向性が認められる。結晶配列の卓越方向とランブ構造から復元された溶岩の古流向によれば、本安山岩類はその分布の西端に位置する2つの火山岩類の位置を給源とし、東方および北方に流出したと考えられる。
39	永尾隆志・藤林紀枝・加々美寛雄・田崎耕市・高田小百合	1990	中国地方		横田			新生代		横田地域の新生代アルカリ玄武岩は、三郡変成岩類、白亜紀-古第三紀花崗岩類、白亜紀火山岩類の基盤上に点々と分布している。これらの玄武岩は、かんらん石玄武岩、単斜輝石かんらん石玄武岩、角閃石かんらん石単斜輝石玄武岩の3つのグループに分けられる。それぞれのグループの最も未分化な玄武岩は、マントルかんらん岩と平衡に存在できるか、それに近い化学組成を示している。 微量元素の特徴としては、 P_2O_5 , Ba, Ndに富み、Rbに乏しい。またこれらのアルカリ玄武岩の微量元素MORB規格化パターンは島弧型に近い。Sr, Nd同位体の特徴としては、Ndはほぼ一定で、Srは大きく変異している。 このような同位体組成の特徴は、各グループの未分化玄武岩が同位体的に異なった起源マントルに由来したことを示している。このような不均一が生じた原因としては、Srに富む液相または気相が起源マントルに不均質に付加された可能性が考えられる。
40	Iwamori H.	1989	中国地方					新生代		中国地方中央部には新生代玄武岩の火山群が分布する。個々の火山群内の岩石は化学組成や産状が類似している。さらにこのような類似性は島弧の延びの方向(東西方向)にも認められ、それらに基づいてこの地域を3つのゾーンに分けることができる(南から山陽、脊梁、山陰)。初生的な玄武岩の組成は北のゾーン(背弧側)に向かってアルカリ岩からサブアルカリ岩へと変化する。また同時期の安山岩の活動は山陰に限られ、両者を含めた噴出量は背弧側に向かって指数関数的に増大する。このような帯状構造は、玄武岩がマントルダイアビルから分離する深度が背弧側ほど浅くなっているという仮定により説明できる。玄武岩の活動開始時期(中期中新世)を考慮すると、これらの火成活動は日本海の形成に伴うマントル物質の湧昇によって引き起こされたと考えられる。
41	木村純一・永尾隆志・山内靖喜・角縁進・岡田昭明・岡田龍平・村上久・草野高志・館野満美子・澤田順弘・梅田浩司・林		西南日本					第四紀		アルカリ岩の成因は90kmよりも深い熱源に起因し、12Ma以降の継続的な活動域拡大を併せて考えると、極めて大規模な深部マントルダイアビルに由来する可能性がある。 アルカリ岩を主とする火山活動は、それぞれ直径40-60kmのクラスターを形成しており、活動期は1-1.5Maの範囲にある。また横田では2.3-1.0Maにかけて空間的に同心円状の活動域の拡張が認められ、より古い岩体ほど標高が高い傾向を示す。それらは西南日本東端の上野玄武岩類と同様であり、個々のクラスターは単一の小規模なマントルダイアビルに由来すると考えられる。 アルカリ岩と共生するカルクアルカリ岩は、アルカリ岩マグマをもたらした小規模なマントルダイアビルの貫入によって、島弧マントルリソスフェアか地殻が融解して生じた可能性がある。

表18 単成火山に関する文献の概要(7/7) -近畿・中国地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
	信太郎・棚瀬充史									<p>12Ma以降の活動は、基本的に火山フロントの後退を伴っている。これはフィリピン海プレートの沈み込みに伴ってアルカリ岩マグマの供給が制限された結果である。</p> <p>1.7Ma以降、アダカイトが出現する地域にはアルカリ岩が出現しなくなるという時空間の関係から、深度60-80kmにある非震性フィリピン海プレートが90km以深の深部熱源によってスラブが融解してアダカイトが生じた可能性が考えられる。</p> <p>第四紀火山活動とそれ以前の間が存在する休止期の原因については、約3.5Maのプレートの相対的運動方向の変換に関係している可能性がある。</p>
42	鹿野和彦・中野俊	1985	山陰地方	島根県				第三系		<p>山陰地方のアルカリ玄武岩の噴出は、11-12Maに始まり間欠的に完新世まで引き続けている。山陰地方に日本海が侵入し始めたのは、約22Maであり、10Maかそれ以降には沖合まで後退したらしい。従来、山陰地方で中新統下部とされてきた古浦層などの地層の一部は、漸新統上部に属する可能性がある。</p>
43	Furusawa, K., Nagano, K., Kasatani, K. and Mitsui, S.	1993	山陰地方 東部	兵庫県	神鍋火山群	兵庫県城崎郡日高町	稲葉川溪谷沿いに、溪谷の方向とほぼ同じN45Wの方向性の1.5×5kmの帯状に分布。		玄武洞火山:1.65Ma, 大机火山:0.22Ma, 田倉山:0.31-0.37Ma	<p>本地域で最も古く活動したのは玄武洞火山で、その後90万年後、西気火山が活動した。その後、約0.3Maを経て活動した田倉山火山から得られた年代幅(0.31-0.37Ma)は、単成火山としては特異に長い。小倉・衣摺溶岩を流出した火山活動(0.37Ma)の後、新たに田倉山スコリア丘及び同溶岩を流出した単成火山群の活動(0.31Ma)があった可能性がある。これは、一つの単成火山群の中でも一様な頻度で火山活動が起こっていないことを示している。</p> <p>山陰東部地域は、中国・山陰地域の単成火山分布域の中では、最も若い活動年代を持つ単成火山の分布域である。本地域のスコリア丘の数は多くないが、神鍋火山群周辺地域では基盤岩が形成する開析の進んだ斜面とは、異質な緩やかな斜面が形成されている場合がいくつかの地域で認められる。本火山群は、噴火頻度からみると、中国・山陰地域の単成火山分布域の中では活動度の高い地域である。</p>
44	田倉山団体研究グループ	1984	近畿地方 北部	京都府- 兵庫県	田倉山		東西4.3km, 南北2.3kmの玄武岩溶岩台地。	中期更新世		<p>玄武岩溶岩の層序は下位より、小倉、衣摺、田倉山溶岩で、各玄武岩はアルカリ玄武岩に分類される。そのうち、小倉溶岩は溶岩台地東半部の160～180mの標高の面を形成し、衣摺溶岩は、台地西半部の200m前後の標高の面を形成している。溶岩台地表面はスコリアに覆われている。田倉山火山を含めた山陰東部の更新世玄武岩は、超塩基性捕獲岩を包有することの多い津山、阿武火山岩類と比べ、Na₂O、Al₂O₃に富み、K₂O、MgOに乏しい特徴がある。小倉溶岩の流出時期は、中期更新世の後半から後期更新世の前半である。</p>

表19 単成火山に関する文献の概要(1/2) -瀬戸内地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	高橋正樹	1981	瀬戸内		瀬戸内-外帯火山活動帯	四国海盆	幅100-200km, 海溝からの距離は100-150km。	中期中新世	13-14Ma	瀬戸内-外帯マグマ活動は、潮岬におけるソレアイト玄武岩質マグマおよび低K ₂ O/Na ₂ O珪長質マグマの活動に始まり、外帯-瀬戸内地域のイルメナイト系列珪長質マグマの活動がこれに続き、さらに若干遅れて瀬戸内地域のサヌカイト質安山岩マグマおよび足摺岬のマグネタイト系列のアルカリ珪長質マグマの活動をもって終了したらしい。 海溝側である南部地域ほど、珪長質火成岩類が卓越する傾向がある。 中期中新世に日本海域に生じた大和海盆・対馬海盆の拡大に伴い、西南日本弧を構成する大陸リソスフェアが南下し、拡大直後の熱い縁海プレートであった四国海盆の上へ衝上した。これにより瀬戸内-外縁地域直下の上部マントル中にH ₂ Oと熱が供給され、そこに高マグネシア安山岩質マグマを含む苦鉄質マグマが生成し、低速度層が形成された。 瀬戸内地域では引張応力場が卓越し、地表への苦鉄質マグマの供給が比較的容易であったために、高マグネシア安山岩質マグマのような初生的マグマも断裂に沿って上昇し、地表に噴出して単成火山群を形成した。 瀬戸内-外帯マグマ活動帯の形成は、拡大直後の熱い縁海プレートの小規模な沈み込みという特殊な非定常的現象を導入することにより説明される。
2	松浦浩久	1997	瀬戸内海西部	広島県-山口県-愛媛県		山口県:柱島,愛媛県:中島,広島県:倉橋島,上蒲刈島	柱島:斜方輝石含有かんらん石単斜輝石安山岩,中島:かんらん石斜方輝石単斜輝石玄武岩質安山岩,倉橋島:角閃石安山岩ないし黒雲母角閃石デイサイトの岩脈,上蒲刈島:普通輝石かんらん石玄武岩の岩頸と火砕流	白亜紀-中新世	柱島:14.9±0.7Ma,中島:13.3±0.7Ma,倉橋島:12.2±0.6Ms,上蒲刈島:8.4±0.4Ma	瀬戸内海西部の防予諸島以北に、中期中新世の安山岩-デイサイトと後期中新世の玄武岩の分布が明らかになった。これらの大部分は岩脈ないし岩頸の産状を示すが、後期中新世の玄武岩には小規模な火山岩砕屑丘の一部が残っている。 中期中新世の安山岩-デイサイトは高マグネシア安山岩を含み、年代的にも瀬戸内火山岩類の一部をなす。一方、後期中新世の玄武岩は高アルカリソレアイトの組成を示すが、年代的には中国山地の冠山や世羅台地のアルカリ玄武岩類に含まれると考えられる。このことから瀬戸内火山岩類の活動域と中国山地の玄武岩類の活動域はほぼ接しているといえる。 倉橋島海越のデイサイト岩脈のK-Ar年代12.2±0.6Maは、他の高マグネシア安山岩の年代よりも若い。瀬戸内地域の小豆島、平郡島、興居島などでは、酸性火山岩類は安山岩の下位にあり安山岩に先行して噴出したことが知られている。今回の測年結果は瀬戸内火山岩類の酸性火山活動期がいくつか存在する可能性を示している。
3	白木敬一	1993	瀬戸内地域					中期中新世	14-12Ma	漸新世の高マグネシア安山岩(HMA)の存在は、漸新世における高温アセノスフェアの存在とともに沈み込んだスラブからの水の供給を示唆する。13±1Maの瀬戸内地域における大量の高マグネシア安山岩の形成は、この地域が他に比べて沈み込んだスラブから大量に水が供給されたことによるのかも知れない。また瀬戸内地域は別府島原地溝の東方延長にあたり、単成火山が多く、伸張応力場の存在したことも高マグネシア安山岩の出現に重要な役割を果たしているものと思われる。
4	鷹村 権	1973		山口県		大島		中新世		火山層序から、この地域の火山活動を第1期、第2期、第3期の各期にわけると、第2期及び第3期の活動は、マグマ溜まりでH ₂ Oに富む部分が輝石類のほか角閃石固溶体を形成し、花崗岩物質との混成作用を受け地表に噴出した。第2期の活動後、マグマ溜まりの残りのマグマは水蒸気圧も低下し、H ₂ Oが乏しく、前者よりは鉄が少なくMgOに富む状況下にあったが、一部は花崗岩物質との混成作用を受けたものと受けなかったものとに分かれた。この活動が第3期であるが、第2期・第3期より噴出した各安山岩類には分化現象が見られないものが多く、分化を妨げる何らかの状況があったと思われる。
5	山崎俊嗣・鳥居雅之・石坂恭一	1981	四国北東部-北西部	香川県-愛媛県		愛媛県:高浜,香川県:小豆島,屋島				小豆島,屋島,松山に産する瀬戸内酸性火山岩類の噴出年代は14Maである。大分県東部の白岩山流紋岩(15.5±1.1Ma)、三宅山流紋岩が報告されている。少なくとも高松・小豆島地域から大分県東部にかけて産出する瀬戸内酸性火山岩類は、約14Maに活動したと考えられる。
6	吉川敏之	1997		大阪府-奈良県		二上山周辺地域二上層群			15Maに集中(16-13Ma)	二上層群は領家の花崗岩類・変成岩類を基盤とし大阪層群に覆われている。二上層群の岩相は火山岩(火砕岩,溶岩,貫入岩)と礫岩,砂岩からなる。従来16Ma頃から始まり13Maより新しい時代まで続いていたと考えられていた二上山周辺の火山活動は、比較的短期間(16-14.5Ma)に集中していた可能性が大きい。
7	角井朝昭	2000a	瀬戸内海西部	山口県南東部から愛媛県北西部		山口県南東部の室津半島と愛媛県北西部の高縄半島にわたり小規模な岩体として散在	高縄半島や防予諸島東部においては、幅あるいは直径200-300m程度以下の小規模な孤立した岩脈などであることが多い。	中新世	16Ma-12Ma(多くは15.5Ma-14Maの範囲に集中)	皇座山・屋代島:皇座山のかんらん石安山岩14.0±0.1Ma,屋代島高山のかんらん石輝石安山岩14.2±0.2である。 中島:中島小浜南で採取した凝灰角礫岩。14.6±0.2と15.0±0.2Ma。神浦北東で採取したものは、16.1±0.2Maと、瀬戸内火山岩類のなかでも、最も古い。 高縄半島西部:輝石斑晶を伴う安山岩類と輝石斑晶を伴わないものに大別されるが、両者の年代差はみられず、ともに15-14Maのものが多い。 この地域の安山岩質火山岩類は、概ね15.5Ma-14Maの期間に活動したが、それに先立つ16Ma程度のものもあり、12Ma頃までは火成活動が続いた。 山口県南東部・室津半島周辺と愛媛県北西部高縄半島,その中間の防予諸島に分布する中新世の、角閃石安山岩類と輝石安山岩類の年代は16Ma-12Maの範囲であり、多くは15.5Ma-14Maの範囲に集中した。これらの年代は、中性-塩基性の瀬戸内火山岩類の年代として従来考えられていた年代に比べ、約200万年古いものである。 これらの年代は、近接する石鎚山周辺や松山市南方の中央構造線周辺での火成活動の時代に一致する。15.5Ma-14Maには、山口県南東部から石鎚山周辺や中央構造線周辺までの広い範囲において、産状の極端に異なる火成活動が、ほぼ同時期に起こった。
8	角井朝昭	2000b	瀬戸内地域全般						16-12Ma(特に15-13Maに集中)	瀬戸内火山岩類の年代がより古い方に修正された。よって外帯酸性岩類と瀬戸内火山岩類の活動最盛期は同時期であることになる。このことは、西南日本ブロックの回転運動を挟んで外帯酸性岩類と瀬戸内火山岩類の活動があったという、1980年代以来の一般理解と矛盾する。西南日本ブロックが一体の剛体ブロックとして回転したという運動像について、再考する必要がある。
9	新正裕尚・角井朝昭・和田稯隆	2000						中期中新世	大阪・神戸の瀬戸内火山岩類;甲山安山岩:13.02±0.31Ma,河内長野市小山田町寺ヶ池の溶岩:13.98±0.77-14.38±0.48Ma,河内長野市汐の宮の安山岩溶岩:14.51±0.60Ma	過去の文献から、分布,岩石,形成年代について、カタログ化を試みた。(酸性岩,複合火山の年代は削除した)

表20 単成火山に関する文献の概要(2/2) -瀬戸内地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
									<p>二上山・信貴山周辺の瀬戸内火山岩;ドンズルポー累層下部:15.54±0.40Ma,ドンズルポー累層中部:15.4±0.3Ma,原川累層の火山岩:13.0±0.7-14.2±0.33Ma,定ヶ城累層の火山岩:15.1±0.3Ma,信貴山周辺の火山岩:12.65±0.67-13.84±0.67Ma</p> <p>奈良盆地周辺の瀬戸内火山岩;三笠山安山岩:13.04±1.3Ma,かんらん石玄武岩岩脈:15.7±2.0Ma</p> <p>奈良県東部に分布する大規模火砕流堆積物;室生火砕流堆積物:17.5±0.9Ma-15.0±0.6Ma</p> <p>奈良県東部高見山周辺の酸性火成岩;高見山酸性火成岩:12.8±0.4Ma</p> <p>中央構造線沿い,吉野・紀ノ川流域の岩脈;奈良県吉野郡吉野町の岩脈:11.0±0.8Ma,高野町相の浦の岩脈:14.6±1.0Ma,花園村臼谷の岩脈:15.2±0.8Ma</p> <p>紀伊半島南部の岩脈;植田の高マグネシア安山岩岩脈;16Ma以後</p>	

表21 単成火山に関する文献の概要(1/3) -九州北西部地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	佐野貴司	1995	北九州地方		壱岐火山群	壱岐島	東西10km, 南北17km		4.3-0.6Ma(第1期:4.3-3.5Ma, 第2期:3.5-2.8Ma, 第3期:2.5-2.2Ma, 第4期:1.7-1.4Ma, 第5期:1.0-0.6Ma)	<p>壱岐火山群には、溶岩流・降下火砕堆積物・火砕流堆積物・火山噴出物などが確認できる。壱岐火山群の溶岩流を全部で52枚に区分した。このなかで、アルカリ玄武岩は34枚、粗面安山岩・粗面岩は4枚、アルカリ流紋岩は3枚、非アルカリ玄武岩は4枚、安山岩は5枚、流紋岩は2枚である。壱岐火山群は全部で5つの活動期からなっている。第1期には島の北部でアルカリ岩質とともに非アルカリ岩質溶岩を噴出している。第2期以降火山活動は島の中・南部に移り、第2期の1つの溶岩以外はすべてアルカリ岩質溶岩のみが噴出している。</p> <p>第2期以降各活動期の噴火期間は30-70万年であり、各活動期の間には30-40万年の休止期間が存在する。第2期、第3期には島の中・南部の全域で溶岩流の噴出が起きている。</p> <p>第4期の火山は島の中部で西南西-東北東方向に配列しており、第5期の火山は中西部で北北西-南南東方向に配列している。壱岐島火山群は数10万年間の活動期と数10万年の休止期を繰り返しながら火山活動を継続した。噴出率はほぼ一定である(47-84m³/年)。</p>
2	宇都浩三・平井寿敏・荒井章司	1993		福岡県-山口県		福岡県玄海灘の小岩礁、黒瀬および下関市貴船	溶岩流あるいは岩頭として点在。黒瀬は玄海灘に浮かぶ径約150mの岩礁。貴船は下関市内の北東部に標高100mの小丘。	新生代後期	黒瀬:1.13 ± 0.12, 貴船:1.62 ± 0.08	<p>九州地方においては、約1.5Maを境としてフィリピン海プレートの沈み込みがより高角に変化し、明瞭な火山フロントが形成され、より島弧的な火山活動が始まったらしい。</p> <p>それに呼応して火山フロントである豊肥地域では次第にNb/RbやZr/Kの乏しいより島弧的な火山活動へと推移していったのに対し、背弧側の日本海側では火山岩類の化学組成の変化がなく、中新世中-後期から第四期にかけて引き続きNb, Zrに富む黒瀬・貴船のアルカリ玄武岩類は東北地方の背弧側や豊肥地域の第四期のアルカリに富む玄武岩類に比べて、Ti, Nd, Zrに富んでおり、西南日本新生代後期の玄武岩に特徴的な大陸内部および海洋島玄武岩に類似した化学組成を有している。</p>
3	角縁 進・永尾隆志・加々美寛雄・藤林紀枝	1995	西南日本-九州北部					西南日本:後期新生代, 北部九州:中新世-鮮新世(一部更新世)		<p>西南日本に分布する後期新生代の玄武岩類は北部九州地方、中国山地地域、阿武地域の3地域に区分される。北部九州地方にはソレライト-アルカリ玄武岩が分布し、いずれもWPB-typeの化学的特徴を有する。一方、中国山地と阿武地域にはWPB-type(Nbに正の異常の認められるタイプ)とIAB-type(Nbに負の異常の認められるタイプ)の両方の特徴を有するアルカリ玄武岩が認められる。</p> <p>このうちWPB-typeを示す玄武岩について起源マントル中のインコンパチブル元素組成を推定し、Sr-Nd同位体組成との相関関係を検討した結果、北部九州地域のはN-MORBとエンリッチした起源マントルとの間に成因的な相関が認められるが、中国山地地域では相関関係を示さないことが明らかになった。このことは、北部九州地域の玄武岩の起源マントルは、N-MORB起源マントルとEM-typeのエンリッチマントルとの成因的関与があることを示し、一方、中国山地地域の玄武岩マントルは、EM西南日本のアルカリ玄武岩の活動と日本海の拡大との関係について、Otofuji and Matsuda(1983)では、日本海の拡大によって西南日本は日本海の南西端を軸として時計回りに54度回転したと述べている。この回転の軸は北部九州地域の北部域に当たり、このため日本海の拡大によって中国地域は引張応力場に中国地域は中立もしくは圧縮応力場になったと推定される。</p>
4	松本 夫・山縣茂樹・板谷徹丸	1992	北部九州					九州北部:鮮新世, 下関:更新世前期	北部九州:4.50 ± 0.12-2.49 ± 0.07Ma, 下関:1.30 ± 0.18-1.18 ± 0.05Ma	<p>耶馬溪地域の非アルカリ玄武岩系の玄武岩類と玄武岩質安山岩の年代は、中新世後期の7.91 ± 1.38-5.23 ± 0.89Maと、鮮新世前中期の4.86 ± 0.47-3.61 ± 0.23Maである。耶馬溪地域地域の火山活動の開始時期が鮮新世でなく中新世に遡ることを示す北部九州-下関市のアルカリ玄武岩類は一般的にSiO₂値に対してMgO値が低く、やや分化の進んだ玄武岩類である。北部九州のアルカリ玄武岩類のなかで高MgO、低TiO₂、低P₂O₅で特徴付けられる「唐津型」が識別され、耶馬溪地域の非アルカリ岩系の玄武岩類-玄武岩質安山岩は、北部九州-下関市アルカリ玄武岩に対し著しくMgOに富み、TiO₂、P₂O₅に乏しく、「耶馬溪型」として識別される。</p>
5	倉沢 一・松井和典	1964		長崎県	五島列島福江島	五島列島の最南端	福江島の南東、富江溶岩台地の東方3km-26kmにわたり玄武岩類からなる島が散在(以下に示す)。 赤島:面積0.52km ² , 最高53.8m, 起伏の著しい溶岩台地。少なくとも2回の噴火活動によって行われた。 大板部島・小板部島:大板部島は面積0.25km ² , 小板部島は0.13km ² 。 黄島:面積1.5km ³ , 最高91.5mの円形の島。 黒島:面積は1.1km ² , 最高98.7m。	鮮新世-現世		<p>福江島玄武岩類の活動は、鮮新世-洪積世と考えられる旧期アルカリ岩系と、洪積世後期-現世と考えられる新規アルカリ岩系および同じく現世と考えられるソレライト質岩系のそれぞれであり、鮮新世-洪積世から始まったアルカリに富むアルカリ岩系の玄武岩から次第に現世に近くなるに伴って、亜アルカリ岩系-ソレライト質岩系玄武岩類までの一連の傾向が認められる。</p>
6	倉沢 一・高橋清	1962		長崎県	五島列島福江島	北松浦郡および南松浦郡に属する福江島の福江・富江・三井楽・岐宿の4つの地区に分布	長崎市西方約115km	中新世-現世		<p>火山活動は、アルカリ岩系の粗面玄武岩類および粗面安山岩類と、ソレライト質岩系の粗粒玄武岩類の噴出があった。この結果から、火山岩類を旧アルカリ岩系、新期アルカリ岩系およびソレライト質岩系に分類した。旧期および新期アルカリ岩系の性質の違いは、前者がNa₂O+K₂O、K₂O/Na₂OおよびノルムOr成分に富み、SiO₂に乏しく山陰西部に認められた現象と類似している。ソレライト質岩系は、アルカリ岩系と比較してアルカリに乏しくSiO₂に富むが、鉄の濃集を示していない。</p>

表22 単成火山に関する文献の概要(2/3) -九州北西部地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
						三井楽地区:面積 25km ² 岐宿地区:面積 9.5km ²				
7	Umino S. and Yoshizawa E.	1996	九州中部	長崎県	五島列島 福江島	福江島北部	岐宿溶岩		11Ma ~	岐宿溶岩には、スピネルレールゾライト・ハルツパージャイト・ダナイト・パイロクシナイトが含まれる。これらは上部マントル物質であると推測され、主要元素組成から、非常に枯渇した溶け残り岩である(かんらん石Fo=90-92)。単斜輝石-斜方輝石から求めた地温勾配は高く、1070-1200 (1.0-2.2GPa)と推定される。この枯渇したマントル物質の存在は、中国北東部と日本海とのリフティングの際にアセノスフェア物質の上昇があったことと調和的である。高い地温勾配は、11Maから熱いアセノスフェア物質の上昇とリフト後のマントルダイアピルによる地温勾配の不安定を引き起こしている。
8	新エネルギー・ 産業技術総合 開発機構	1990			五島列島				14.9 ± 0.4-0.73 ± 0.04Ma	五島火山岩類の年代は12.0-14.9Maを示し、福江流紋岩類の年代15.4Maと接近していることから、両者の活動はほぼ同時期と言える。流紋岩・安山岩・粗粒玄武岩の年代は、7.1-8.4Maの間にあり、花崗岩類の活動とは時間的な差がある。岐宿玄武岩は、更新世中期の年代を示し、福江島内に分布する玄武岩類の中では最も古い部類に属する。
9	永尾隆志・角 縁 進・松本 夫	1992						鮮新世-更新世		北部九州の新生代アルカリ玄武岩は、未分化なものは少なく分化したものが多く、最も未分化な唐津大島玄武岩は、Cr665ppm, Ni181ppm, Rb33ppm, Nb22ppmなどの値を示す。マントル規格化パターンやNb-Zr-Y区分図では、活動時期や地域にかかわらず、ほとんどのものがプレート内玄武岩の特徴を示す。鮮新世の確井玄武岩質安山岩のみが島弧的玄武岩の特徴を示す。北部九州アルカリ玄武岩は、中国地方-山陰地方のものに比べて岩石学的特徴は単純である。
10	小林靖子・荒 井章司	1981		佐賀県	高嶋	唐津湾内の小島				高嶋の下にはかなり複雑なプロセスで作られたキウムラスマントルが厚く分布している。高嶋のアルカリ玄武岩を作ったマグマは、キウムラスマントル中の溜まりから噴出したため、マントルかんらん岩を欠くのであろう。
11	Sudo M., Uto K., Tatsumi Y. and Matsui K.	1998			小値賀島	五島列島の北部	五島列島の最北端で、10 × 20kmの範囲に15以上の 小島が散在。海拔260m。	中新世 ~	五島列島は15Ma	単成火山の年代分布は1.08-0.30Maで、活動の中断時期は0.95-0.76Maであった。推定された噴出量から、約1Maに最も活動し、0.6Maにもそれよりは少ないが大きな活動があった。年代分布から、2回の噴火活動があり、最初に起こったほうがより激しかった。 噴火口の位置変化から、活動はこの地域の中心部で始まり、約0.6Maに全体的に広がり、その後再び中心部へと収束した。これはマグマ供給系の中心が、噴火中心に近い小値賀島下で変化したことを示している。 マグマの組成から、Ba, K, Nbなどのインコンパチブル元素が時代を経ることに増加しており、一方P, Y, Zrは一定である。このことは、同一のザクロ石含マントルソースからの部分溶融の程度が減少したことを示している。結果的に、小値賀島の火山群は単一のマントルダイアピルの上昇に由来するものであると考えられる。
12	角縁 進	1998	九州中部					後期新生代		九州中部地域の火山活動の特徴は、より古い火山岩類が地溝の周辺部と地下深部に、新しい火山岩類は地溝の中心部に分布している。 初期の活動は割れ目噴火が主で、安山岩の台地状の溶岩流を形成した。約2Ma以降の活動では、中心噴火に移行し、溶岩円頂丘と大規模火砕流を噴出した。 活動の初期に噴出率が高く、順次減少した。 約5Ma以降に発達した火山性構造陥没地の活動開始時から、ほぼ連続して産状・鉱物組み合わせ・主成分化学組成が比較的よく類似する安山岩を噴出した。
13	角縁 進・松本 夫	1990	九州中部	大分県- 熊本県	耶馬溪玄 武岩			鮮新世(鮎尾南部の 玄武岩は中新世)	耶馬溪玄武岩類は約4Ma (鮎尾南部の玄武岩は7.91 ± 1.38Ma)	耶馬溪玄武岩類は、単斜輝石かんらん石玄武岩、市斜方輝石含有単斜輝石かんらん石玄武岩、単斜輝石斜方輝石かんらん石玄武岩に分けられる。本地域には中新世から鮮新世にかけて、液相濃集元素に富んだマントルが存在していた。
14	永尾隆志・長 谷義隆・長峰 智・角縁 進・ 阪口和之	1999	九州南部			肥薩火山区	幅20-30km,長さ100kmの 北西から南東に伸びる、や や北に膨らんだ帯状の地 域。噴出量は、ステージ1: 390km ³ , ステージ2: 110km ³ , ステージ3: 60km ³ 。	後期中新世-中期更 新世	ステージ1:7.6-2.5Ma, ス テージ2:2.5-2.0Ma, ス テージ3:2.0-0.4Ma	フィリピン海プレートの沈み込み(少なくとも6Ma以降)に伴い、霧島-桜島-開聞岳など南部九州全域で、膨大な火山岩類が噴出した。これらの火山岩類は、現在、火山フロントにほぼ直交し、海溝側から背弧側にかけて連続的に分布している。南部九州の火山岩類のK-Ar年代の測定結果から、この地域の火山活動は、火山フロントが時間と共に西から東に移動することで説明でき、沖縄トラフの拡大に関連したものと考えられている。 火山岩類は低K安山岩と高K安山岩に区別される。ステージ1では西側で低K安山岩、東側で高K安山岩が、ステージ2では全域で高K安山岩、ステージ3では西側で低K安山岩、東側で高K安山岩が主体で、東端部で低K安山岩が活動した。つまり、低K安山岩は西側に、高K安山岩は東側に活動中心があった。肥薩火山岩類の低K安山岩の体積は336km ³ , 高K安山岩の体積は224km ³ である。 肥薩火山岩類は、4つの分化トレンドと3つの親マグマが認められる。親マグマは、高K高Mg安山岩、低K高Mg安山岩、ソレライト質玄武岩である。ステージ1では、ソレライト質玄武岩と低K高Mg安山岩が密接に伴って産するが、それらは異なったマグマソースに由来する。高K高Mg安山岩もソレライト質玄武岩、低K高Mg安山岩と異なったマグマソースから生成された。 肥薩火山岩類に見られる岩石の希土類元素規格化パターンに類似したものは、現在の沈み込み帯の火山列であるインドネシアのスダ弧で認められる。スダ弧下のマントルは極めて不均質で、低Kソレライトは沈み込み帯に由来する気相によって汚染された枯渇したMORBソースマントルの比較的大きな程度部分溶融によって、中Kと高Kカルケアルカリタイプは、MORBソースあるいはOIBソース、そして沈み込んだ海洋性堆積物に由来する液/気相の混合物に由来したと考えられている。 肥薩火山活動は、分布、活動様式、高K安山岩と低K安山岩の分布の特徴などは、典型的な沈み込み帯の火山活動とは異なっているが、組成的には島弧火山岩の特徴を有している(Nbの負の異常など)。肥薩火山岩のマグマソースには、かつて沈み込んだ海洋地殻や堆積物が大きく寄与している可能性がある。
15	鎌田浩毅・星 住英夫・小屋 口剛博	1988	中部九州 -中国地 方西部		豊肥火山 地域				豊肥火山地域の北東-南 西方向に連続する火山群 の活動年代 両子火山: 1.5-1.1Ma, 姫島火山: < 0.4Ma, 中国地方西部 の火山: 1.3- < 0.2Ma	中部九州-中国地方西部の火山フロントは、約1.5Maに形成され、出現時期はフィリピン海プレートの沈み込み方向の西方転換時期と近接する。

表24 単成火山に関する文献の概要(1/3) -海外島弧地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	Zhao D., Xu Y., Wiens D., Dorman L., Hildebrand J. and Webb S.	2000	トンガ			トンガ海溝				地震波トモグラフィーから、100kmを超える深度のLau拡大中心下(トンガ海溝西側)において、顕著な低速度異常(5-7%)が見つかった。この場所と、深度400kmのマントルウェッジに存在する低速度域(2-4%)は緩やかに連結している。これらの結果は、背弧拡大に伴う地球力学システムが、マントルウェッジでの対流・循環や沈み込むスラブの深部脱水反応のような深部プロセスと関係していることを示している。トンガ弧やラウ弧と関連する低速度域は浅部では区別されるが、100km以深では不明瞭であり、背弧マグマのスラブ成分はこの深度で混合されていることが示唆される。
2	Ninomiya A. and Arai S.	1998	ニュージーランド			Okete採石場			2.69-1.80Ma	ニュージーランド、オケテのベイサナイトおよびそのかんらん岩捕獲岩とメルトの反応物中のかんらん石、スピネルを記載した。かんらん石斑晶は2種類に大別できる。斑晶 (コアでFo85-76, リムでFo76)は小型で自形性が高く、非変形で、細粒のスピネルを包有する。斑晶 (コアはFo90以下で均質, リムはFo85-76の正累帯)は大型で、自形-他形である。コアは変形組織を有し、リムのみスピネルを包有する。斑晶のうち、低Fe ³⁺ グループのスピネルを包有するものは、かんらん岩中の斜方輝石とメルトの反応物起源、高Fe ³⁺ グループのスピネルを有するものは、メルトから結晶化したものである。斑晶は外来結晶(かんらん岩起源)起源で、化学的、形態的に様々な改変を受けている。ピクライト玄武岩やアルカリかんらん岩玄武岩のような、かんらん石斑晶に富む火山岩中のかんらん石斑晶は、メルトとかんらん岩との反応により、多起源たり得る。
3	Hasenaka, T. and Carmichael, I. S. E.	1985	メキシコ	メキシコ中央部		Michoacan-Guanajuato Volcanic Field (MGVF)		第四紀後期	< 0.4Ma	メキシコ中央部のMichoacan-Guanajuato Volcanic Field (MGVF)には、1000を超える第四紀後期の噴火中心が存在し、そのうち90%が噴火丘である。この地域は、複合火山が優勢なメキシコ火山帯(Mexican Volcanic Belt: MVB)に位置し、溶岩コーン、溶岩ドーム、マール、タフリング、小規模な盾状火山とコーンレス溶岩流なども存在する。ほとんどの盾状火山は浸食され、現在でMGVFでは、噴火丘はMiddle America Trenchから200-400km内陸に位置する。火山の75%近くは、トレンチから200-300kmの間に分布しており、コーン密集度は2.5cones/100km ² 、距離は2km、高さは90m、直径は800m、噴火口の直径は230m、体積は0.021km ³ である(平均値)。噴火丘の典型的な噴出物は、かんらん石玄武岩か玄武岩質安山岩で、MVBの複合火山で見られる噴出物の組成よりシリカに乏しい。安山岩に限れば海溝からの距離の増大と共に、K ₂ O、P ₂ O ₅ 、Zrが増加し、MgO、Cr、Niが減少するという系統的变化を示す。 ガリ密度と溶岩流の形に基づいて地形的な分類を行うと、78火山の形成年代は4万年より若いことが明らかになった。一般的に噴火丘は散在するが、これら全ては南部に位置し、いくつかはココスプレートと北アメリカプレートの動きと平行に、NE方向にほぼ一列に存在している。火山地域の北部では、一部の噴火丘はE-W正断層が存在する地域にE-W方向に並んでいる。 MGVFでは多数の噴火丘や小規模な火山が存在しているにもかかわらず、噴出物の総量は少なく、4×10 ⁴ 年間に1.5×10 ⁴ km ² の範囲で、溶岩流、火山灰等を含め31km ³ である。噴出率は0.8km ³ /1000年で、MVBの小さな複合火山と比較しても小さい。 一般的にスコリア丘は対称的な切頭円錐型を示すが、傾斜した基盤状で形成された場合には、スコリア丘はしばしば崩壊あるいは伸張する。
4	Tatsumi Y. and Tunakawa H.	1992	ニュージーランド			Taupo-Rotorua盆地	現在-12mm/年の割合で拡大中、最大深度は50km。	新生代後期		ニュージーランドの北島(North Is.)は、オーストラリアプレートの端に位置し、ヒ克蘭ギ海溝(Hikurangi Trench)に沈み込む太平洋プレートによって逆押被せ断層(underthrust)となっている。5Ma以降、ヒ克蘭ギ海溝側へと火山フロントが移動し、結果的に背弧のリフティングが起こりTaupo-Rotorua盆地が形成された(~0.6Ma)。北島の応力場の違いは、オーストラリアプレート、太平洋プレートと、これらのプレート下の上部マントルの力学的な相互反応(地殻と上部マントルの温度構造との関係)によるものと考えられる。 背弧拡大の受動モデルと 能動モデルが考えられる。: スラブの沈み込みアセノスフェアの流れを変え、はみ出したプレートが北島の方向へ動いたというモデル(例: 伊豆-マリアナ弧)。沈み込むスラブの二次的的反流によるリソスフェアの上昇が伸張場を生み出し、背弧拡大を起こしたというモデル。 プレート内火山活動に伴うアセノスフェア物質の上昇は、北島に見られるような背弧拡大や応力場を形成し得る。もしこの活動が、沈み込むスラブ(スラブ中のハルツパーチャイト)の密度の違いによるものであるなら、アセノスフェアの上昇はほとんどの沈み込み帯で見られるはずであるが、そうはなっていない。アセノスフェアの上昇は、プレートの沈み込みとは独立した関係であるかもしれない。
5	Walkaer J.A.	1981	メキシコ			火山フロントは、グアテマラ-コスタリカ中部までの1100km。	噴火丘は火山フロントから背弧側へ10-100km。			小規模な単性噴火丘や盾状火山が火山フロントよりも背弧側(behind the volcanic front: BVF)に存在する。この溶岩は火山フロントで見られる典型的な溶岩流とはことなり、Al ₂ O ₃ 、Na ₂ O、K ₂ O、Ba、Sr含有量が高く、Ni、Cr、Rb含有量が低い。ほとんどのBVF溶岩は、ほぼ無斑晶質の玄武岩(SiO ₂ <53wt%)で、少量のかんらん石と斜長石斑晶を含む。分別作用によるCaO/Al ₂ O ₃ 比の減少から、単斜輝石の分別作用を被ったことが考えられる。観察事実とその組成トレンドから、以下のモデルが考えられる: 5-10kbでの斜長石、単斜輝石、かんらん石の結晶化、急速なマグマ上昇と地表付近での無斑晶質マグマの噴火である。地表付近での結晶化は、圧力が減少することで鉱物の晶出相が広がるため、かんらん石と斜長石のみを晶出すると考えられる。BVF溶岩中のCr含有量については、初生BVFマグマの親マントルの組成を反映していると考えられる。これらの特徴を有する火山は、メキシコやカスケードのようなプレートの収束境界でしばしば噴火丘群を形成する。
6	Guffanti M. and Weaver C.S.	1988	北アメリカ		カスケード弧	ワシントン、オレゴン、カリフォルニア北部、ネバタ北西部に分布。		新生代後期	16Ma ~ (うち3000の火山は5Ma)	16Ma以降、ファンデフカプレートの沈み込みや海盆の伸張に伴って、約4000個の火山がワシントン、オレゴン、カリフォルニア北部、ネバタ北西部に分布する。ワシントンのMount RainierとGlacier Peakの間には、90kmにわたり火山活動が見られない地域がある。この場所でのプレートの沈み込みの深度は、平均60kmである。
7	Defant M.J., De Boen J., and Oles D.	1988	フィリピン		Luzon火山				16Ma ~ (BAとMA: 15Ma, WBL: 4-0.19Ma, EBL: 2-0Ma)	Luzon西部のテクトニックセッティングや火山活動は複雑である。Bataan弧が存在する北部は、西部Bataanリニアメント(WBL)と東部Bataanリニアメント(EBL)がほぼ平行に存在している。この地域の南部は、NE-SW方向に伸びる火山活動(Macolod Corridor; MC)により切られている。南部に位置するMindoro弧(MA)は、西部Mindoroリニアメント(WML)と東部Mindoroリニアメント(MC, EBL, MA)から得られたサンプルは、WBLと比較してアルカリとLILに富む。EBLでのアルカリとLILの濃集は、WBLに比べてEBL下での含水流体の影響がより小さかったため考えられる。MCのアルカリやLILの濃集は、リフトの際に部分溶融の程度が小さかったことによると考えられる。MAでは、フィリピンで最もSr値が高い。MCはフィリピンと西部Luzon剪断帯と、マニラ-フィリピン海溝の引張りリフトであるかもしれない。

表25 単成火山に関する文献の概要(2/3) -海外島弧地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
8	Edwards C, Menzies M. and Thirlwall M.	1991	インドネシア	インドネシア本当ジャワ中央部	Muriah火山		約1500km ² の範囲に溶岩流が存在。		K系列: 1.11 ± 0.06-0.64 ± 0.03Ma, HK系列: 0.78 ± 0.04-0.41 ± 0.02Ma (Bellon et al. による)	Muriah火山では, HK系列(younger highly potassic series)とK系列(older potassic series)の2つのカリウム系列のマグマ活動が見られる。HK系列のものは, K系列に比べ, シリカに著しく不飽和でLILE, LREE, HFSEに富み, 微量元素のパターンが海洋島玄武岩と似ている。 高カリウム系列のマグマ生成には, 3つの起源物質が考えられる。インド洋MORBの特徴を有するスダ弧のマントルウェッジ物質, EM と似た特徴を有する, リソスフェアの基盤に存在するような交代作用を受けた物質, 沈み込んだ海洋物質である。微量元素と同位体組成から, K系列マグマは, プレート内マグマと沈み込み帯でのマグマ活動の影響を受けたアセノスフェアに由来するカルクアルカリマグマの混合により生成される。カルクアルカリマグマは, 島弧地殻により混染されており, 低圧下での分別作用によりK系列マグマを生成する可能性がある。 Muriah火山が位置するBaweanトラフは初期の伸張場であり, このような場所では混染作用を受けた層の減圧溶融によりHK系列のマグマを生成しうるかもしれない。つまり, HK系列のマグマ活動は, リソスフェア伸張場の非常に初期の段階にみられるものかもしれないが, 年代値はこれを指示しない。高カリウム系列のマグマを生成するには, 地殻の混染よりも海洋物質のリサイクルが考えられる。リサイクルされた地殻物質はカリウムを多量に含むマグマに特徴的な不適合元素の濃集を説明できる。地殻物質がMuriah火山は, プレート内マグマ活動から沈み込み帯マグマ活動への, 変遷期であるかもしれない。
9	Srern C.R., Frey F.A., Futa K., Zartman R.E., Peng Z. and Kyser T.K.	1990	アンデス	南アメリカの南端	パタゴニア海台			鮮新世-第四紀		鮮新世のアンデス造山運動の島弧火山活動で見られるパタゴニア海台のアルカリ玄武岩は, “大陸的”, “漸移的”玄武岩の2タイプに分けられる。“大陸的”玄武岩の同位体組成の範囲は非常に多様で(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr=0.70316-0.70512, ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd=0-+5.5, ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb=18.26-19.38, ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb=15.53-15.68), 海洋島玄武岩の組成範囲と重なる。 一方, “漸移的”玄武岩はこの地域の西端に位置しており, 同位体組成範囲は非常に狭い(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr=0.7039 ± 0.0004, ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd=+4.0 ± 1.1, ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb=18.60 ± 0.08, ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb=15.60 ± 0.01, ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb=38.50 ± 0.10)。この同位体組成値は, “大陸的”玄武岩よりもアンデス造山運動帯のアルカリ玄武岩と似ており, Ba/La, Ba/Nb, La/Nb, Cs/Rb比は“大陸的”なものの微量元素組成から, 南アメリカ南部において, 沈み込むスラブ成分と関連した物質の部分溶融の程度が小さくなるにつれて, 西方から東方へ島弧火山活動から背弧火山活動へ漸移していることを示している。 “大陸的”玄武岩は, 同位体組成から沈み込むスラブに由来する物質を含んでいないと考えられる。下部の大陸リソスフェアかアセノスフェアの比較的低い部分溶融により形成され, 大陸西端での海洋リソスフェアの沈み込みによる熱的・力学的な不安定によって引き起こされたものであると考えられる。
10	Pearce J.A., Bender J.F., De Long S.E., Kidd W.S.F., Low P.J., Guner Y., Saroglu F., Yilmaz Y., Moorbath S. and Mitchell J.G.	1990	トルコ	アナトリア東部(アラビア-ユーラシア衝突帯)				新生代後期		
11	Tatsumi Y., Kogiso T. and Nohda S.	1995	カムチャッカ	千島列島の最北端		海溝から100-120kmの位置に1列目が, ~180kmの位置に2列目が存在。	過去100万年の間に5000km ³ 以上の溶岩を噴出している。	第四紀		海溝と平行に3列の火山列が見られる。マグマの組成から, これらの溶岩は沈み込み活動に伴って生成されたと考えられる。3列目の火山列から得られたソレアイトの液相濃集元素量は, 1, 2列目から得られたソレアイトのちょうど中間的な組成を示す。Zr/Y比から, この初生マグマは, 比較的浅い場所で生成され, 2列目のものよりも部分溶融程度が大きいことが考えられる。 3列目の火山列の存在は, 沈み込み活動活動が見られる地域の中でも変則的なものであり, 沈み込んだスラブの溶融のみでは説明がつかず, 異常な高温状態下のマントルウェッジの基底部での, K角閃石を含むかんらん岩の引きずり込みによる溶融と考えられる。 このような例外的なイベントは, 沈み込み帯-トランスフォーム境界の存在というカムチャッカ地域の特異なセッティングによると考えられる。このような条件下では, 沈み込むプレートと引きずり込まれた層が比較的高温マントルと接触し, 加熱され部分的に溶融し, 沈み込み-トランスフォーム境界の近くで3列目の火山列を形成する。
12	Satake K. and Hashida T.	1989	ニュージーランド							火山活動域は北島内に限られ, 沈み込むスラブの深度は200kmに達する。
13	Shinjo R., Chung S., Kato Y. and Kimura M.	1999	九州-台湾		琉球弧	台湾-九州まで1200kmにおよぶ。フィリピン海の沈み込み速度は5-7cm/年。	フィリピン海プレートは, 沖縄トラフの軸下150-200kmに存在する。	前期: ~21-13Ma, 後期: ~6-4Ma		沖縄トラフは, 琉球弧の背弧側に位置する活動初期の背弧海盆である。中部沖縄トラフ(MOT)では, 典型的な沈み込み帯のマグマ活動が見られ, LILやPbに富みHFSに枯渇した組成を示す。一方南部沖縄トラフ(SOT)は, フィリピン海プレートの沈み込みや北部台湾造山運動後の伸張による影響などにより非典型的な島弧である。
14	Aftabi A. and Atapour H.	2000	イラン							
15	van derHilst R. and Snieder R.	1996	ニュージーランド	南Karori						南Karoriでは, トンガ-ケルマディックプレートの沈み込みを示唆する地震波データが得られている。P波の伝達速度によるスラブモデルでは, 深度300km以下で5%の増加, 深度300-500kmで2%の増加が認められ, 高速度レイヤー(high-velocity layer:HVL)が存在する。より浅部での地震波の伝播速度は, マントル内での層転移による影響を除いて, 部分的に地震波の異方性と関係している。300km付近には“cold”スラブが存在する。かんらん石の相転移は, 沈み込んだリソスフェアのHVLの解釈を, より複雑にしている。ニュージーランド下での沈み込むスラブの形態は特異なものではないが, 部分的に多用な特徴を有する。このことは, スラブの場所によって震央までの地震波伝播の感度の違いによるか, またはマントルソースと結合したスラブの横方向の形態の多様性により説明される。

表26 単成火山に関する文献の概要(3/3) -海外島弧地域-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
16	Avdeiko G.P., Volynets O.N., Antonov A.Y. and Tsvetkov A.A.	1991		千島列島						<p>フィリピン海プレートの沈み込みによる揮発性成分の影響により、マントルウェッジ内でマグマが生産される。Popolitov and Volynets(1981)によるモデルでは、より浅部でのマグマ生成モデルは、深度30-50kmで揮発性成分(水)が堆積物や火山岩の粒間などの吸湿性のある場所に入り込むことにより生成されるというものである。この場合に考えられる含水相は、緑泥石、角閃石、蛇紋岩、エビドットである。</p> <p>さらに、より深部でのマグマ生成モデルは、沸石や粘土鉱物などの含水相の脱水による揮発性成分の放出によるものである。沸石の脱水反応は200-700 部分溶融が起こり、1000 に達するとその反応を終了する。</p> <p>これらの流体は実際は沈み込むプレートに引きずり込まれるように移動し、冷えた海洋プレートやマントルと反応すると考えられる。</p> <p>含水相から揮発成分が分離する深度は、温度圧力勾配に依存するところが大きく、これによりマグマの生成深度も変化すると考えられる。</p>
17	Marriner G.F. and Millward D.	1984	コロンビア							<p>走向NNEで、西部、中央部、東部の3地域に分けられる。新生代から現代にかけての火山活動では、東方へ向って組成がソレイト質からカルクアルカリ質、アルカリ岩質へと徐々に変化している。アンデス下のナスカプレートの沈み込みと関係する造山運動により生成された安山岩も含まれている。</p>

表27 単成火山に関する文献の概要(1/2) -その他-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
1	趙 大鵬・越智 富美子・浅森 浩一	1999	日本列島 および西南日本							<p>過去114年間に起こったM5.7以上の地震約160個について、日本列島直下の三次元地震波速度構造を調べた結果、内陸地震の多くは地震波低速度域の周辺で発生する傾向があることが分かった。</p> <p>日本列島では東日本と九州に活火山、中国地方の日本海沿岸に第四紀の火山が分布している。これらの火山下の地殻と深度200km程度までのマントル・ウェッジには顕著な低速度体が見られ、それらは沈み込むスラブとほぼ平行に分布している。火山地域では、多くの地殻大地震が地震波低速度域の周辺に分布しており、北海道と東北地方では活断層も低速度域の周辺に分布する傾向が見られる。</p> <p>これらの地域では地表面での熱流量と地温勾配はともに高いことから、低速度域は火山及び地下のマグマ溜まり起因すると推測される。このような地域では、活火山、地殻内S波反射面、低周波微小地震が低速度域に分布する。地殻内の高温異常領域が低速度域を形成し、そこでは強度が弱く塑性変形を起こしており、直下型地震はその周辺で発生しやすいと考えられる。</p> <p>また、中国地方下のマントルウェッジには顕著な低速度異常帯が見られ、その直上には神鍋山が位置しており、この地域は熱流量と地温勾配が高く、神鍋山の下にはマグマ溜まりが存在していることが推測される。</p> <p>この成因は、東北地方や九州地方の活火山のそれと類似しており、マントルウェッジにおけるコーナーフローや沈み込んでいくフィリピン海プレート(スラブ)の脱水反応によるものと考えられる。</p> <p>沈み込み帯の前弧側の下部地殻とマントル最上部には、流体は広く存在するものと思われ、上部地殻の地震発生層にある断層帯の強度、応力場および物質の長期的な組成と構造の変化(たとえば岩石組成の変化)に影響を及ぼすと推測される。兵庫県南部地震についての研究結果から、中国・四国地方における低速度域の成因に流体が関与していると推測される。西南日本に沈み込んでいくフィリピン海プレートは、紀伊半島と四国南部の地殻の真下では非常に浅く存在しているので、脱水した流体はすぐにスラブの真上の地殻に侵入できる。その流体が活断層に浸透すれば、断層の摩擦力を降下させ、断層の破壊(つまり地震)を誘発できると考えられる。</p>
2	山岡耕春・西原真仁	1997	中部地方							<p>フィリピン海プレートの形状は、伊勢湾の下では東西の等深線を結びつけることが困難で、東側のスラブが伊勢湾から濃尾平野の下で西側のスラブの上に衝上していることを示している。伊豆半島北西のスラブの開いていく角度と伊勢湾の下でスラブの重なっていく角度が一致している。</p> <p>伊豆半島の西側には岩脈が貫入して拡大しており、この拡大がフィリピン海プレートの奇妙な形状を説くカギとなる。約100年に1度大噴火を起こす伊豆大島の北西の延長上には岩脈の貫入が起きやすい東伊豆単成火山群がある。火山活動の多くは地下で岩脈を作ることにより費やされマグマが地表に達することは稀である。これはこの地域で繰り返される群発地震が岩脈の貫入を伴うことと一致する。伊豆大島から伊豆半島東部にかけての地殻の拡大は、すぐ近傍の地殻に大きな歪みを与えており、マグマ貫入による火山活動と沈み込んだスラブの形状が密接に関係していることを示している。</p> <p>地震活動、Sp変換波で得られたプレート面の形状をもとに、中部地方のフィリピン海プレートの沈み込みテクトニクスの解釈をくわえ、プレート形状モデルを作成した。その形状と飛騨山脈や白山周辺の火山は分布との関連には2つの可能性がある。深部で発生したマグマが、フィリピン海プレートで覆われていない場所で地表に達し火山を形成している。非震性のプレートが急角度で沈み込んでいて、深度が100kmを超えた付近でマグマを生成し、火山を形成すると考えられる。</p>
3	Iwamori H. and Zhao D.	2000	東北日本 弧							<p>背弧下75-125kmでは、火山フロントに比べて顕著な低速度域(-6%)が存在するという特徴を示す。</p>
4	Iwamori H.	1991	西南日本					新生代		<p>中国地方中央部には新生代玄武岩の火山群が分布する。個々の火山群内の岩石は化学組成や産状が類似している。さらにこのような類似性は島弧の延びの方向(概ね東西方向)にも認められ、それらに基づいてこの地域を3つのゾーン(南から山陽、脊梁、山陰ゾーン)に分けることができる。初生的な玄武岩の組成は背弧側に向かってアルカリ岩からサブアルカリ岩へと変化する(SiO₂、Al₂O₃が増加し、FeO*、MgO、CaOが減少する)。</p> <p>また、同時期の安山岩の活動は山陰地方に限られ、両者を含めた噴出量は背弧側に向かって指数関数的に増大する。このような帯状構造は、玄武岩がマントルダイアピルから分離する深さが背弧側ほど浅くなっていると説明できる(17-19kbar, 1340-1320 から8kbar, 1250)。玄武岩の活動開始時期(中期中新世)を考慮すると、これらの火成活動は日本海の形成に伴うマントル物質の湧昇によって引き起こされたと考えられる。</p>
5	Zhao D., Ochi F., Hasegawa A. and Yamamoto A.	2000								<p>1885-1999年の115年間に起こった大規模な地殻地震(マグニチュード5.7-8.0、深度0-20km)は、地震波トモグラフィーによると低速度域の内部かその周辺で起こった。低速度域は、地殻の弱い部分を表しているかもしれない。地殻の弱体化は、太平洋プレートやフィリピン海プレートの沈み込みと密接に関係していると考えられる。火山フロントや背弧における地殻の弱まりは、活火山活動やマグマ溜まりによって引き起こされるかもしれない。前弧地域では、流体は地震の発生地域で見いだされており、この場所は地殻の弱さや破壊核形成(rupture nucleation)に寄与しているかもしれない。流体は、フィリピン海スラブの沈み込みによる脱水と関係しているかもしれない。これらのことは、大規模地震はどこでも起こるものではなく、地球物理学的方法によって見つけだされた異常地域でのみ起こることを示している。</p>
6	荒井章司	1988	日本列島							<p>日本列島の日本海側の上部マントルは、島弧マグマを放出した残留岩であるハルツパージャイト-レールゾライトと、それらを覆う島弧マグマからの集積岩であるダナイト-パイロクシナイト類よりなる。ただし、集積岩よりなるキュムラスマントル層の厚さは極めて不均一である。これらのマントル物質の捕獲岩の多くは、日本海拡大以降に地表にもたらされたものであるが、目瀉(秋田県男鹿半島)を除いてその噴出時に下方にスラブが存在した保証はない。新宮(愛媛県)の捕獲岩(17.7Ma)も基本的な岩石学的性質が、その他のより新しいものと変わらないことを考慮に入れると、日本列島の上部マントルはユーラシア大陸の東縁にあって、日本海拡大以前から繰り返しあった島弧マグマ活動の地下の産物(残留岩+集積岩)の集合体である。</p> <p>ただし、目瀉や黒瀬(北九州博多湾口)のハルツパージャイト-レールゾライトには海洋底かんらん岩との類似点もあり、その現在の位置(日本海沿岸)も合わせて考えて、日本海拡大時に生成された(すなわち縁海マグマの残留物である)可能性もある。</p>
7	伊藤 潔	1998								<p>地殻内の地震は深度数km-20km程度までに限られる。しかもこの地震の下限が温度構造と関連し、300-400 であることから、これは岩石の変形様式に関連すると考えられている。すなわち上部地殻では岩石は脆性破壊を起こすのに対して、下部地殻では流動変形をする。</p> <p>日本の内陸部では温度が高いところでは地震発生層の下限が浅くなることが認められた。この厚さの変化が活断層と対応するようで、地殻のこのような構造が変形過程に大きく影響していると思われる。一般に、温度が高く脆性領域が小さいところほど変形しやすく、変形しにくい周囲との間に歪みが大きく蓄積する。この付近で地震が発生し断層などが発達する。</p>

表28 単成火山に関する文献の概要(2/2) -その他-

番号	著者	年	地域1	地域2	地域3	分布1	分布2	年代	活動時期	要旨
8	梅田浩司・林信太郎・伴雅雄・佐々木実・大場司・赤石和幸	1999	東北日本				八甲田-十和田地域: 237.7km ³ , 仙岩地域: 231.8km ³ , 栗駒-鬼首地域: 65.2km ³ , 蔵王-船形地域: 83.6km ³ , 磐梯-安達太良地域: 113.7km ³ , 会津地域: 156.5km ³		ステージ1: 2.0-1.0Ma, ステージ2: 1.0-0.6Ma, ステージ3: 0.6-0Ma	噴火形式, マグマ噴出量の時間変化によると, 火山フロント付近の2.0Ma以降の火山活動は, 3ステージに区分される。古期B型火山(2.0-1.0Ma)から新期B型火山(更新世後期)までの活動の空白期間は40万年程度である。火山フロント付近の地殻応力は, 1.0Ma頃を境に最小圧縮主応力 = 垂直応力の状態になり, 最大水平圧縮主応力軸も北東-南西ないしは東北東-西南西方向から東西方向に変化した。これによって噴火様式や噴出中心の配列に変化が生じた。0.5Ma以降の断層活動の活発化および脊梁山地の隆起の顕在化によって, 火山フロント付近では局所的な差応力の低下あるいは引張応力場が生じた。これによって噴火中心の配列やマグマ噴出量に変化が生じた。なお, 東北日本の2.0Ma以降の火山活動の変化は, 火山フロント付近に限らない。背弧側の月山, 鳥海, 田代, 太良駒ヶ岳, 岩木, 寒風, 目潟などの火山は, いずれも1.0Ma以降に活動を開始したことが明らかにされている。1.5Ma頃にユーラシアプレート境界に対して北北西の方向に沈み込んでいたフィリピン海プレートが, 西北西の方向に運動が変化し, その後0.5Ma頃までに北海道中軸部の北米ユーラシアプレート境界が日本海東縁-フォッサマグナへの転移した。このことから, 東北日本はユーラシアプレートと太平洋プレートに挟まれた形で強い圧縮応力を受け, 地殻歪速度が増大するとともに, その蓄積も速い速度で進行したと考えられている。また, プレート境界の転移とは別に, 東北日本に対するアムールプレート自体の東進によって短縮変形が引き起こされたと指摘されている。アムールプレートの東進は, 鮮新世から始まったとされるが, バイカルリフトの拡大と日本海の東縁の奥尻海嶺の隆起を考慮すれば, 東進が顕在化したのは第四紀以降であると推定される。
9	Fujibayashi N., Nagao T., Kagami H., Iwata M. and Tazaki K.	1988	中国地方					新生代	1-12Ma	中国地方の新生代アルカリ玄武岩類は, MgO, FeOおよびTiO ₂ に富むMFタイプと, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ に富むSAタイプに分けられる。前者は海洋島玄武岩, 後者はそのほとんどが島弧玄武岩の性質を示す。同位体的には, MFタイプが, Nd- ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr図上でほぼマンテラレイに載るのに対し, SAタイプはマンテラレイより, 高 ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr側へシフトする。またMFタイプ内には広域的な同位体組成の変化がある。このことは, 起源物質の多様性を反映していると考えられる。島弧的な性質のSAタイプの分布は, 日本海側に限られ, またMFタイプのSr・Nd同位体組成の広域的变化は, 東北日本の第四紀火山岩類と逆の傾向を示す。これらの事象は, 起源マンテラの太平洋, フィリピン海両プレートの沈み込みの影響では説明は難しい。東アジアの新生代アルカリ玄武岩類の同位体組成には, 日本海を中心とした変化があり, 日本海形成との関連が示唆される。

表29 単成火山群ごとの概要(1/2) -日本国内-

地域1	地域2	分布	年代	活動時期	要旨
九州北西部地域	北部九州		中新世-鮮新世	4.50Ma ~	位体比から、N-MORBからEMへとその組成を変化させている。また、この地域のアルカリ玄武岩は、同地域のソレイトに比べ高いSr同位対比(アルカリ岩: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.70378-0.70542$, ソレイト: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.70358-0.70440$)と低いNd同位対比(アルカリ岩: $\text{Nd}=-0.16 \sim +1.97$, ソレイト: $\text{Nd}=+2.36 \sim +6.53$)を有する。 た。そのため上昇するエンリッチブルームは、N-MORBタイプのマントルを累進的に溶かし込み、その化学組成・同位体組成を連続的に変化させていったと説明される。
	中部九州		中期中新世	11Ma ~	大規模火砕流の噴出、初期に噴出率が高いこと、比較的類似した化学組成を有することなどである。
	九州南部		後期中新世-中期更新世	7.6-0.4Ma	K安山岩は西側に、高K安山岩は東側に活動中心があった。肥薩火山岩類は、高K高Mg安山岩、低K高Mg安山岩、ソレイト質玄武岩の3つの親マグマが認められる。 物が大きく寄与している可能性がある。

地域1	地域2	分布	年代	活動時期	要旨
伊豆地域	東伊豆単成火山群		第四紀	150-2.7ka	約2kbarの水分圧を有し、6km以深の珪長質地殻内(~ 15km)に存在していたと推定される。 の時間的変化をまとめると、東伊豆単成火山群の火山活動は、時代とともに噴出物の組成が次第に酸性になり、活動位置が次第に中央部へ縮小する特徴を持つ。

地域1	地域2	分布	年代	活動時期	要旨
中部日本	上野玄武岩	高山岩体群	後期鮮新世-前期更新世	2.7-1.5Ma	SiO ₂ =52.0-52.8%の狭い範囲に落ちる。一部にはRbに乏しい特徴を持つものもある。
		榎谷岩体			SiO ₂ =52.1-52.4%である。年代値は2.07 ± 0.08Ma。
		上小川岩体			化学組成は不均質で(SiO ₂ =52.1-52.4%)、このうちSiO ₂ に乏しい部分は上野玄武岩類としては著しくK ₂ OとRbに乏しいなどの特異な性質を有している。年代値は2.14 ± 0.13Ma。
		木曾岩体群			SiO ₂ =47.5-53.3%である。未分化な岩石やZrやNbが濃集した岩石もあり複雑である。年代値は2.05 ± 0.05Ma。
		柿其峠岩体群			溶岩はSiO ₂ =54.3-54.5%、岩脈はSiO ₂ =51.5-51.8%である。岩脈の組成は、木曾岩体群の組成範囲に収まっている。年代値は1.68 ± 0.03Ma。
		摺鉢山岩体			SiO ₂ =51.5-51.8%である。
		榎谷岩体			SiO ₂ =55.5-55.7%で、上野玄武岩類の中では最もSiO ₂ に富んでいる。年代値は1.36 ± 0.08Ma。
鈴蘭岩体・坂下岩	坂下岩体(SiO ₂ =50.3-55.2%)と鈴蘭岩体(SiO ₂ =48.4-53.9%)の2岩体はいずれの岩体内でもSiO ₂ の組成幅が5%に及ぶ不均質性が認められる。 上野玄武岩類全体を見ると、榎谷岩体を除いて概ねSiO ₂ =47.5-55.7%、FeO*/MgO比=0.8-1.6である。LIL/HFS比の時間変化から上野玄武岩の起源を考えると、(A)プレート内部型玄武岩と同様 マの上昇をさえぎり、火山活動の発生域を制限したことに起因すると推定されている。				

地域1	地域2	分布	年代	活動時期	要旨
中国地方	瀬戸内火山岩		中新世	16-12Ma(特に15-13Maに集中)	瀬戸内-外帯マグマ活動は、潮岬におけるソレイト玄武岩質マグマおよび低K ₂ O/Na ₂ O珪長質マグマの活動に始まり、外帯-瀬戸内地域のイルメナイト系列珪長質マグマの活動がこれに続き、さ 成するような活動や、中央構造線周辺では大規模コールドロンを形成するような火成活動が起こった。 場の存在することも高マグネシア安山岩の出現に重要な役割を果たしているものと思われる。

地域1	地域2	分布	年代	活動時期	要旨
-----	-----	----	----	------	----

表30 単成火山群ごとの概要(2/2) -日本国内-

中国地域	東鳥取-神鍋-玄武洞	兵庫・鳥取県境付近	鮮新世-更新世	1.65-1.12Ma	た。
	黒岩高原-津山	鳥取県東部から兵庫県北部	中-上部鮮新統	2.3-3.1Ma	武岩, 安山岩, 流紋岩質火山岩類の活動年代と調和的であり, 鮮新世に起こったと考えられる隠岐トラフの拡大と関連して発生した可能性が指摘される。 く, 山陰東部の鮮新世火山活動が, フィリピン海プレートの沈み込みに由来するとは考えにくい。
	隠岐島後	島根県沖	中新世-鮮新世	3.6-3.3Ma	隠岐アルカリ火山岩類中のシヨシヨナイトと粗面岩との間には, SiO ₂ が53.8wt%-63.3wt%の間で組成のギャップが認められる。流紋岩類はSiO ₂ が70.9-73.5wt%のタイプと, 74.8-76.5wt%のタイプに分けられる。またシヨシヨナイトは特に, TiO ₂ (> 2.9wt%), P ₂ O ₅ (> 1.3wt%), Sr(> 596ppm), Ba(1 > 161ppm), が高い値を示し, 粗面岩は高いBa含有量(> 1052ppm)を示す。2種類の流紋岩はBaやSr値はシヨシヨナイトや粗面岩に比べて低い(Ba < 70ppm, < Sr7ppm)。 拡大後に噴出した鮮新世-更新世の玄武岩は, OIBに似た組成を持つアセノスフェアもしくは, より深いブルーム起源のマントルに由来する可能性がある。
	松江	島根県松江市	中期中新世	11.0 ± 1.5Ma	露出範囲や年代が狭いにもかかわらず, その化学組成は ⁸⁷ Sr- ⁸⁶ Sr, ¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd, LILE元素において幅広く, Nb, TiなどのHFSE元素においては比較的狭い組成幅を示す。松江の玄武岩-安山岩 グマの噴火である。もう一方の端成分は, 不均質マントルである。
	横田		新生代	1Ma	示している。微量元素の特徴は, P ₂ O ₅ , Ba, Ndに富み, Rbに乏しい。またこれらのアルカリ玄武岩のMORB規格化パターンは島弧型に似ているが, Sr, Nd同位体の特徴は, Ndはほぼ一定で たは気相が起源マントルに不均質に付加されたことに起因している可能性が考えられる。
	女亀山	広島県と島根県の境界	鮮新世末-更新世初	1.8Ma ± 0.2Ma	山のアルカリ玄武岩の年代と誤差の範囲で一致している。
	阿武		第四紀後半	3.3 ± 0.6-0.4 ± 0.2Ma	片俣の全岩化学組成はK ₂ O=3.63%, Na ₂ O=1.81%と特異な岩石で, 西南日本の新生代アルカリ玄武岩の中でも最もK ₂ Oに富むものの一つである。K-Ar年代測定により求められた年代は, 杉原の玄 ら数十万年の間に断続的に活動が継続したかどうかは, 今後の検討を要する。

地域1	地域2	分布	年代	活動時期	要旨
東北日本	秋田男鹿半島	目潟	更新世	0.01Ma	ず, ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr比は, 両者とも0.7030と0.7033とほぼ同じである。 安山岩マグマや玄武岩マグマは, 温度の上昇に伴う上部マントルの部分熔融の程度の違いにより, 深度40-60kmで独立に生成された。 全岩化学組成とモード組成から, 3種類のマグマが考えられる。かんらん石(Fo= ~ 88)とオーザイト斑晶を含む高アルミナ玄武岩(SiO ₂ = ~ 51wt%, MgO= ~ 8.5wt%), 分化した玄武岩質安山岩(SiO ₂ = ~ 54wt%, MgO= ~ 5wt%), 斑晶にホルンブレンド, 黒雲母, 石英, 斜長石とチタン磁鉄鉱を含むデイサイト(SiO ₂ = ~ 65wt%, MgO= ~ 2.0wt%)である。

表31 単成火山群ごとの概要(1/3) -海外諸火山-

地域1	地域2	プレートの性質	沈み込むプレート	年代	プレートの絶対速度	深発地震面の傾斜	火山岩の分布	地質概説	まとめ
太平洋北西部域	カムチャッカ・千島	ジュラ紀-白亜紀の年代を示す古く十分に冷却したプレート		千島海盆の形成年代: 前・中期中新世	千島弧: 9.0cm/年	要旨参照	弧の会合部を除く地域では、火山フロントに沿って低アルカリソレイトが、その背弧側に高アルミナ玄武岩が、さらにその背弧側ではアルカリ玄武岩が出現する。弧の会合部では、火山フロントに低アルカリソレイトが出現せず、火山の分布域が背弧側に広がるという特徴が見られる。	カムチャッカ半島南部-千島列島北部では、深発地震面が45度の傾斜で深度60km付近まで分布。トモグラフィーによれば、深度約1200km(下部マントル)まで到達。千島列島南部では、深発地震面は約30度の傾斜で、深度600kmまで分布。トモグラフィーによればその付近に横たわって下部マントルには達していない。カムチャッカ半島中部では、アリューシャン・アラスカ弧と90度近い角度で会合する。	スラブは深度約660kmの上・下部マントル境界付近から下部マントルに到達している。小アンティル弧を除いて、沈み込みの絶対速度が8-10cm/年と大きい。火山フロントに低アルカリソレイトが出現する。島弧会合部や弧の末端に近い場所では、スラブが変形していたり到達深度が浅かったりする。島弧会合部や弧の末端部では火山フロントに低アルカリソレイトが出現せず、代わりに高アルミナ玄武岩が出現する。
	東北日本		日本海盆の形成年代: 前・中期中新世	10.3cm/年	東北日本弧: 25度, 伊豆小笠原弧: 45度	カムチャッカ・千島と類似している。会合部では、火山フロントに低アルカリソレイトを欠いて直接高アルミナ玄武岩が出現する。	北海道中部でカムチャッカ・千島弧と、本州中部で伊豆・小笠原弧とそれぞれ会合する。東北日本弧では、深発地震面は深度600km付近に達する。トモグラフィーによると、深度700km付近(上・下部マントル境界)まで達している説と下部マントルまで達している説の2つが存在する。島弧会合部では、折れ曲がったスラブの表面積を一定に保つため、スラブが変形しS字型に折れ曲がっているという見解もある。		
	伊豆・小笠原				9.2cm/年	45度	火山フロントに低アルカリソレイトが、その背弧側に高アルミナ玄武岩が、さらに背弧側にはアルカリ玄武岩が噴出する。	深発地震面は深度600kmにまで到達している。トモグラフィーによればスラブの先端は深度約660kmのマントル境界付近にほぼ水平に横たわっている。伊豆・小笠原弧北部では背弧海盆は見られないが、中部および南部では引張テクトニクス場が形成された小規模な火山性背弧海盆が発達している。	
	マリアナ		太平洋プレート			10.5cm/年	ほぼ垂直	火山フロントには低アルカリソレイトが噴出し、硫黄島火山に近い北部では高アルミナ玄武岩も出現する。	
太平洋南西部域	トンガ・ケルマディック			トンガ弧: 10.1cm/年, ケルマディック弧: 9.2cm/年	トンガ弧: 60度, ケルマディック弧: 80度	トンガ弧の背弧側にはラウ海盆, ケルマディック弧の背弧側にはハブル海盆などの活動的縁海が拡大, 火山フロントには低アルカリソレイトが噴出。	深発地震面は深度660kmにまで到達。トモグラフィーによれば北部のトンガ弧では深度約700km付近で水平に横たわり, 南部ケルマディック弧では深度約750-800km付近でほぼ水平に横たわっている。		
	ニュージーランド			8.3km/年	45度	北島の火山フロントでは、低アルカリソレイトが見られず高アルミナ玄武岩が噴出し、その背弧側にはアルカリ玄武岩が出現する。	トンガ・ケルマディック弧の南方延長にあたるニュージーランド北島では、深発地震面は45度程度の沈み込み角度で深度200-300km付近まで続く。下部マントル内には地震波高速度域が部分的に存在しており、ここではスラブが切り離されて下部マントルまで沈降しているかもしれない。北島のタウボ火山域では、背弧海盆が上陸してできた大規模な火山性地溝帯を形成しており、引張テクトニクス場に置かれている。		
大西洋西部	小アンティル		プレートの年代: 白亜紀	2.7km/年	45度	火山フロントに出現する玄武岩は北部から南部に向かって、アルカリ量が増大し、北部ではアルカリに乏しい高アルミナ玄武岩、沈み込み方向が変化した南部ではアルカリ玄武岩も見られる。	深発地震面は深度最大約280km, トモグラフィーでは沈み込みスラブは少なくとも深度660kmまで連続し、そこで水平に向きを変えてさらに下部マントル内深度800km付近にまで到達している。背弧側には、グレナダ海盆が発達している。小アンティル弧は14N付近でプレートの運動方向を大きく変え、それに従ってスラブの沈み込みの方向を西へ変えたと共に、深発地震面の到達深度も200km以下と浅くなっている。小アンティル弧北方の北アメリカ大陸東岸では、ジュラ紀の海洋リソフェアが沈み込まずに直接大陸に接している。		
西南日本	カスケード	形成年代が若く暖かいプレート	ファンデフカ, ゴルダプレート	プレートの年代: 中新世以降	1.6km/年	65-70度	火山フロントには高アルミナ玄武岩が出現するが、ワシントン州では火山フロント付近であってもアルカリ玄武岩が高アルミナ玄武岩に伴って噴出している場合がある。背弧側においても高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が噴出。背弧側へ向かって系統的なアルカリ量の増加はみられない。	深発地震面の到達度は中部で60km, 近畿で70km, 四国で40kmである。さらに延長部に当たる中国地方北部下では約80km付近, また中国地方では傾斜角70度急激に増して約100km付近にまで非地震性スラブとして連続しているらしい。	沈み込むスラブの到達深度は300km以下である。プレート沈み込み絶対速度は、約4cm/年以下と極めて遅い。火山フロントには低アルカリソレイトが出現せず、高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が噴出している。
	サウスシェットランド		ドレイクプレート	プレートの年代: 中新世			火山フロントには特徴的にNa ₂ Oに富み、高Na ₂ O/K ₂ O比を有する高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が出現する。	サウスシェットランド弧には、第四紀になって形成された活動的な背弧海盆であるブランドフィールドトラフが拡大しつつある。	
	ニュージョージア諸島	熱いプレート(中央海嶺・活動的縁海)	ウッドラーク海盆		6.2cm/年(ウッドラーク海盆の沈み込み)		活動域の幅は100km, 延長は約200kmであり、その広がりには活動的縁海が沈み込んだ領域とほぼ一致する。この地域で見られる玄武岩類は、大部分がアルカリに富む高アルミナ玄武岩とK ₂ Oに富みTiO ₂ に乏しく高いK ₂ O/TiO ₂ 比を持つシヨシヨナイトであるが、ビクライト質のものも見られる。	全体として引張テクトニクス場に置かれている。火山フロントは沈み込み境界から30km以内の至近距離に位置し、火山弧直下には深発地震面は観測されず、深度100km以深は完全な非震域となる。	
	メキシコ		リベラプレート, ココスプレート	中新世よりも若い	4.2cm/年	20-30度	最も海溝に近いコリマ火山付近では、アルカリに富むアルミナ玄武岩に加えてリユーサイトベイサナイトのようなK ₂ Oに富みTiO ₂ に乏しいアルカリ玄武岩が噴出している。東西に伸びる地溝帯内およびメキシコ火山弧全体では火山フロント側でアルカリに富む高アルミナ玄武岩と、TiO ₂ に乏しくK ₂ O/TiO ₂ 比の高いMgOに富むアルカリ玄武岩が、また背弧側ではTiO ₂ に富むアルカリ玄武岩が出現する傾向がある。	東太平洋中央海嶺の北方延長が沈み込み境界である中央アメリカ海溝のすぐ近く(50km以内)にまで到達しているが、そこでトランスフォーム断層であるリベラ断層帯に切られ鵜、海溝から離れてさらに西方へと移動している。メキシコ弧では形成直後の極めて若い海洋リソフェアが沈み込みつつある。リベラ断層帯が海溝と接する地点から南東側では、中新世よりも若いココスプレートが沈み込んでおり、北西側では同じく若いリベラプレートが沈み込んでいる(海溝・海嶺・海溝(TRT)三重点に近い状態)。深発地震面は深度100kmまで到達している(トモグラフィーの結果は不明)。	
	南部チリ(南部アンデス)		ナスカプレート	古第三紀-中新世	6.0cm/年	45度	火山フロントに高アルミナ玄武岩、背弧側にはアルカリ玄武岩が分布するが、アルカリ量の規則的な増大は見られない。	海溝・海嶺・海溝三重点を形成。南部における深発地震面の到達深度は200kmである。南部の火山地域では横ずれ断層が発達している。	

表32 単成火山群ごとの概要(2/3) -海外諸火山-

地域1	地域2	プレートの性質	沈み込むプレート	年代	プレートの絶対速度	深発地震面の傾斜	火山岩の分布	地質概説	まとめ
	九州・琉球・台湾	中程度の年代のプレート(古第三紀)	フィリピン海盆	古第三紀	4.6cm/年	中部九州: 70度, 南九州-琉球列島北部: 70度, トカラ海峡: 45-50度	中部九州ではアルカリに富む高アルミナ玄武岩とアルカリ玄武岩が噴出しており, 火山フロントは明瞭でない。一方, 海洋リソフェアの沈み込みがなくなる台湾北東端部付近には, 高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩, K ₂ Oに富むアルカリ玄武岩が噴出している。	中部九州では, 深発地震面は深度160kmまで到達しているが, 阿蘇・九州火山などからなる火山フロントの直下まででは到達していない。南九州-琉球列島北部のトカラ海峡以北の地域では, 地震面の深度は200km付近まで到達している。琉球弧は南西部で台湾と会合しているが, 台湾北東部付近までしかスラブは存在していない。台湾南部では西側からマニラ海溝の北方延長部にそって南シナ海プレートが沈み込んでいる。全体として引張テクトニクス場が卓越している。	中程度の年代を有する海洋プレートの沈み込み帯における沈み込みスラブおよび玄武岩マグマ活動の性質は, 「古くて冷たい」プレートの沈み込みと「若くて暖かい」プレートの沈み込みの性質との中間的なものである。
	アリューシャン・アラスカ		太平洋プレート	古第三紀	東部: 6.2cm/年, 中部: 5.3cm/年, 西部: 0.5cm/年	60度	火山フロントには高アルミナ玄武岩が噴出, 背弧側にはアルカリ玄武岩が出現する。アラスカ弧東端部の島弧会合部の東南側の沈み込みスラブに対応した火山域(ランゲル火山域)ではアルカリに富む高アルミナ玄武岩もしくはアルカリ玄武岩が出現する。	深発地震面は深度300kmまで到達している。プレートの沈み込みと斜交するように伸びているため, 東方のアラスカ地域ではほぼ直交していた沈み込み方向が, 西方ほど斜交しており, 最後には弧の方向がプレートの移動方向と平行となりトランスフォーム断層を形成する。東端部では深発地震面が直角に折れ曲がるような形で南東部に存在する。アリューシャン火山弧の中西部は正断層が発達し引張テクトニクス場に置かれているが, 東部アラスカ地域では大規模な逆断層が存在し, 圧縮テクトニクス場に置かれている。背弧側には縁海盆であるベーリング海盆が存在している。	
	中央アメリカ		ココスプレートの一部	古第三紀	7.1cm/年		グアテマラからエルサルバドルにかけてアルカリに富む高アルミナ玄武岩が出現する。また, ニカラグアではアルカリに乏しい高アルミナ玄武岩, コスタリカでは再びアルカリに富む高アルミナ玄武岩が出現する。背弧側には広範囲にわたりアルカリ玄武岩が噴出している。	グアテマラ北部を斜めに縦断する断面での地震波速度構造を見ると, スラブは深度300km付近で一度途切れた後, さらに1000km以深にまで到達しているように見える。中央アメリカ弧はカリブプレートの西縁部を形成しており, カリブプレートの東方への移動により, 東西方向の引張テクトニクス場の下に置かれ, 正断層群や地溝帯が卓越している。特にニカラグアでは火山フロントにそって平行は地溝帯が発達している。	
	サウスサンドウィッチ			古第三紀	1.7cm/年	70度	背弧側には活動的な背弧海盆であるスコチアリフトが存在している。火山フロントには低アルカリソレライトが噴出している。	サウスサンドウィッチ弧の北端と南端はトランスフォーム断層で限られており, 北端部ではジュラ紀-白亜紀の古い海洋リソフェアが, 沈み込み境界を伴わず直接南アメリカ大陸に接している。したがって, この地域では, 大西洋拡大によって生じた古いプレートは, すでにマントル内に沈み込んでしまったことになる。深発地震面は深度200km程度までしか確認されない。トモグラフィーによれば小アンティルと同様, 非地震性スラブが660km付近にまで沈み込んでいる。	
	バヌアツ	浮遊性プレート	インド・オーストラリアプレート		2.8cm/年	70度	非震性海嶺の沈み込む地域周辺の火山フロントには, 高いK ₂ O/TiO ₂ 比を有するアルカリ玄武岩が噴出しており, そこから離れた南部には高アルミナ玄武岩が出現する。島弧横断方向での火山噴出物のアルカリ量(主にK ₂ O)の減少が見られ, アルカリ玄武岩から低アルカリソレライトへと変化している。これは, 島弧に関する一般的な傾向と全く反している。	中央部では, 非震性海嶺であるダントルカスター海嶺がバヌアツ弧の延長方向にほぼ直交するように浮遊性沈み込みを行っている。海嶺が沈み込んでいる場所では, 活動的な背弧海盆が発達しており, それらの地域は引張テクトニクス場の下に置かれている。深発地震面の到達深度は北部で400kmで, 南方に向かって徐々に浅くなる(エスピリツサント島で200km, マレクラ島で100km)。さらに南方では深度300km付近にまで達する。	火山フロントにアルカリ玄武岩が噴出し, 古くて冷たい海洋リソフェアの沈み込みに由来する火山弧の場合とは逆に, 背弧側ほどアルカリ量の少ない玄武岩が出現する場合がある。低密度の浮遊性スラブが沈み込むと, 沈み込みの傾斜も極めて小さくなってマントルウエッジが形成されず, 火山弧の活動も見られなく場合がある。
	中央アンデス				5.2-6.0cm/年	30度		火山の噴出している地域と, 火山の噴出がない地域の深発地震面の形態を比べてみると, 前者では通常の島弧と同様に約30度ほどの傾斜角で深度300-350kmまで至っているのに対して, 後者では傾斜角が極めて小さく深度100km程度の位置にほぼ水平に近い状態で存在している。水平の沈み込みスラブの上位に厚さ30kmのマントルが重なり, その上に厚さ70km近い大陸地殻が存在する。トモグラフィーによれば, 通常の沈み込みを行っている場所では, 非震性のスラブが深度1000kmを超える下部マントルにまで到達している。	
コロンビア・エクアドル	北部アンデス		ナスカプレートの一部, カーネギー海嶺	中新世		地質概説・参照	北部アンデス火山弧では, 火山フロントに高アルミナ玄武岩, その背弧側にK ₂ Oに富む高アルミナ玄武岩およびシヨシヨナイト, 最も背弧側にアルカリ玄武岩, ネフェリンベイサナイト, ネフェリナイトなどのアルカリ玄武岩が噴出する。	コロンビアからエクアドルにかけての北部アンデス地域には, 比較的若い中新世年代を示すナスカプレートの一部が非震性の海嶺であるカーネギー海嶺と共に沈み込んでいる。北部アンデスには大規模な逆断層および横ずれ断層が発達しており圧縮テクトニクス場に置かれている。深発地震面は, 南部から北東方向に向かって約35度で200kmまで到達している。北部の深発地震面は20-25度の緩やかな傾斜で東方に向かって深度200kmまで達している。中部では, 約35度の傾斜で東方に向かって200km付近にまで到達している。	
パプアニューギニア・ニューブリテン	パプアニューギニア	衝突テクトニクス場のプレート	インド・オーストラリアプレート(オーストラリア大陸)		5.8cm/年	地質概説・参照	火山フロントでは低アルカリソレライト, 背弧側に高アルミナ玄武岩が出現。島弧会合部に近いラバウル火山では, K ₂ Oに富み, 高K ₂ O/TiO ₂ 比を示すアルカリに富む高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が出現する。ブーゲンビル島にはラバウル火山で見られる玄武岩に加えて, シヨシヨナイトが見られる。島弧会合部のニューアイルランド島では, Na ₂ Oに富み高Na ₂ O/K ₂ O比を示すがTiO ₂ に乏しいアルカリ玄武岩やネフェリナイトが噴出している。南部地域や東部の衝突帯火山域では, ラバウル・ブーゲンビル両島と似た性質を示す玄武岩が出現する。	パプアニューギニア島北岸から東方のニューブリテン島にかけてピスマルク火山が発達している。ピスマルク弧は東方で北西-南東方向に伸びるブーゲンビル弧と直交しており, ニューブリテン海溝はこの島弧会合部で南東に屈曲し, ブーゲンビル弧と平行している。会合部付近の北東側には火山島群が存在する。ピスマルク弧からブーゲンビル弧にかけて深発地震面が発達しており, ニューブリテン島では70度で北方に向かって600kmまで到達している。西方のパプアニューギニア北岸でも, 傾斜角を垂直近くまで増加させながら300-350kmまで達している。トモグラフィーによれば, ピスマルク弧の沈み込みスラブに対応する高速度域が, 深度400kmまで約70度の傾斜角で, またそれ以深ではほぼ垂直に1200km付近の下部マントルにまで到達している。	沈み込みスラブの存在しない衝突境界や, 衝突開始直前あるいは衝突直後のプレート収束境界では, 主としてアルカリに富む高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が噴出している。パプアニューギニア中央高地, ミャンマー・雲南, イラン高原, アナトリア地域, スンダ・バンダ弧の一部, エオリア弧などがその例である。衝突境界付近に存在しているも, 沈み込みスラブの形態が乱されず深部にまで到達しており, マントルウエッジの発
ニューギニア	スンダ・バンダ	衝突テクトニクス場のプレート	インド・オーストラリアプレート		7.8cm/年	地質概説・参照	スマトラ島では火山フロントに高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が噴出している。ジャワ島では西部において火山フロントに高アルミナ玄武岩が噴出しているが, 中部ではアルカリ玄武岩が火山フロントにも見られる。最も背弧側ではリュウシタイト, シヨシヨナイトが出現する。	深発地震面はジャワ島からバンダ列島に至る地域では概ね600kmまで到達している。トモグラフィーによれば沈み込むスラブに相当する高速度域は, 70度近い高角度で900-1000kmの下部マントルまで到達している。バンダ弧ではスンダ弧東部から連続する深発地震面が西に開いた馬蹄形に曲がっており, 深度600kmにまで達しており, トモグラフィーでも約45度の角度で深度700kmまで到達していることが分かる。スマトラ島では, 地震面は200kmまでしか到達していないが, トモグラフィーではスラブが70度の高角度で500kmまで達しているように見える。	
	サンギヘ・ハルマヘラ					サンギヘ弧: 45度, ヘルマラ弧: 45度	サンギヘ弧では火山フロントには高アルミナ玄武岩が噴出し, 一部には低アルカリソレライトおよびアルカリ玄武岩を伴う。背弧側にはアルカリ玄武岩が出現する。ハルマヘラ弧でも火山フロントに高アルミナ玄武岩が噴出し, 一部には低アルカリソレライトを伴う。背弧側にはアルカリ玄武岩が認められる。	深発地震面はサンギヘ弧で600km, ヘルマラ弧で250km付近にまで達し, トモグラフィーではサンギヘ弧で非震性の沈み込みスラブは下部マントル内の深度約1100km付近にまで達している。ヘルマラ弧の場合は, 非震性沈み込みスラブ傾斜角が70度で深度800kmまで続いているように見える。	達も正常な場合には, 低アルカリソレライトなどのアルカリに乏しい玄武岩が出現している。ピスマルク弧, サンギヘ弧, ヘルマラ弧

表33 単成火山群ごとの概要(3/3) -海外諸火山-

地域1	地域2	プレートの性質	沈み込むプレート	年代	プレートの絶対速度	深発地震面の傾斜	火山岩の分布	地質概説	まとめ
	フィリピン		南シナブプレート, フィリピン海プレート	南シナブプレート: 古第三紀-中新世, フィリピン海プレート: 古第三紀	7.3cm/年	70度	マニラ弧火山フロントには, 高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が噴出している。背弧側ではシヨシヨナイトなどの特にK ₂ Oに富むアルカリ岩が見られる。バイコール弧においても火山フロントには高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が出現している。	フィリピン諸島は西側のマニラ海溝からネグロス海溝, スレートラフに対応したマニラ・ザンボアンガ火山弧と, 東側のフィリピン海溝に対応したバイコール火山弧の2つの火山弧から構成されている。深発地震面は, マニラ・ザンボアンガ弧では北部のルソン島では150kmまで達し, 南部では100km付近まで70度近い高角度東方に傾斜している。バイコール弧では西方に傾斜して深度100km付近まで到達している。ミンナダオ島南部では, サンギヘ弧から延長する深発地震面が深度600km付近にまで達している。トモグラフィーではバイコール弧において沈み込んでいるフィリピン海プレートは, 深度100kmでいったん途切れた後, 200km付近から70度近い高角度で500km付近にまで達しているように見える。	フィリピン海プレート, バイコール弧, エーゲ弧がその例である。
	ミャンマー・雲南		インド・オーストラリアプレート			45度	火山フロントにはアルカリ(特にK ₂ O)に富む高アルミナ玄武岩-アルカリ玄武岩が噴出しており, 背弧側ではこれらに加えてリューサイトベイサナイトあるいはリューサイトが出現する。	沈み込み境界は, スマトラ島より北ではトランスフォーム断層に近い逆断層帯となつて島弧火山活動は一度消滅するが, スマトラ島の火山フロントを縦断する大規模な横ずれ断層であるスマトラ断層の延長部は, 活動的な縁海であるアンダマン海盆の拡大軸部へと連続している。深発地震面は, 逆断層が発達する西側インド・ビルマ山脈付近から東に向かって45度の傾斜で深度200km付近まで分布している。トモグラフィーによれば200km以深では, 非震性スラブを示すと考えられる高速度域が, ほぼ垂直に深度約400km付近にまで達した後, めくれ込むように弓形に曲がり, それ以深には沈み込んでいない。	
	イラン					20度	東部火山域に出現するものはK ₂ Oに富み, 高K ₂ O/TiO ₂ 比を示すアルカリ玄武岩, リューサイト, シヨシヨナイトである。	チベット・ヒマラヤ衝突帯の西方延長はパキスタンからイラン高原を通りアナトリア地方へと続く。第四紀火山活動はイラン高原を縦断するザグロス衝上断層に沿ってその北側に認められる。深発地震面は観測されておらず, トモグラフィーでは, イラン高原東部では非震性スラブと考えられる高速度域が約20度で深度150km付近まで沈み込んでいる。	
トルコ・イラン西北部・アルメニア	アナトリア		アラビアプレート				この地域の第四紀玄武岩には, その大部分はアルカリ玄武岩-ベイサナイトであり, シヨシヨナイトなどのK ₂ O, Na ₂ O, TiO ₂ に富むもの, 乏しいものなどその性質は様々である。アルカリに富む高アルミナ玄武岩は一部に認められる。	火山活動域は, 小アジア半島を占める西部地域とトルコ東部, アルメニア, イラン北西部を占める東部地域とに区分される。アラビアプレートの衝突によりアナトリア東部地域が南北性の圧縮テクトニクス場に置かれているのに対し, 西部地域ではこの衝突により小アジア半島を含むブロックが西方に押し出された結果, 全体として東西性の引張テクトニクス場に置かれている。アナトリア地域の深発地震は深度80km以浅に限られ, 沈み込むスラブが存在しない可能性が高い。	
	エーゲ		アフリカプレート		1.0cm/年	30度	エーゲ弧の火山フロントには高アルミナ玄武岩が, 背弧側にはK ₂ Oに富むアルカリ玄武岩が噴出している。	エーゲ火山弧以北のエーゲ海地域は, 小アジア半島と同様に引張テクトニクス場に置かれている。深発地震面は30度の傾斜で深度200km付近まで達している。トモグラフィーによれば非震性スラブはさらに深く600km以深にまで達している。マントルウェッジ内には沈み込むスラブと平行に延びる低速度域が発達する。	
	イタリア		アフリカプレート, ヨロッパプレート				エオリア弧では, 火山フロントに当たるブルカノ火山でシヨシヨナイトやリューサイトベイサナイトなどのK ₂ Oに富むアルカリ玄武岩が, またストロンボリ火山では, シヨシヨナイトやK ₂ Oに富むアルカリ玄武岩が出現する。その背弧側のリパリ, サリナ, フィリキュディ, アリキュディなどの火山では, K ₂ Oに富む高アルミナ玄武岩が, さらにその背弧側のエオロ, シシフォ火山ではシヨシヨナイトおよびK ₂ Oに富む高アルミナ玄武岩が見られる。エトナ火山では, エオリア弧のアルカリ玄武岩とは異なるNa ₂ OやTiO ₂ に富むアルカリ玄武岩が噴出している。ナポリ・ローマ火山域では, 著しくK ₂ Oに富んだリューサイト, リューサイトベイサナイトとおびシヨシヨナイトが出現する。	イタリア半島周辺の火山域は, イタリア半島西部のナポリ・ローマ火山域と南部のエオリア火山弧からエトナ火山にかけての地域とに分かれる。背弧側には鮮新世まで拡大を続けた背弧海盆であるティレニア海盆が発達している。ナポリ・ローマ火山地域は現在, 引張テクトニクス場におかれている。エオリア弧直下の深発地震面は, 80度前後の傾斜で深度250kmまで到達した後, 50度の傾斜で深度350kmまで達し, さらに400km以深では30度以下の緩やかな傾斜となる。トモグラフィーによればスラブは深度150kmで途切れ, 再び200km付近から500km付近に到達した後, 水平方向に延びているように見える。	

表 34 各単成火山群の成因にかかわる解釈の要点(1)

火山群名	要 点
滝川単成火山群	<p>活動時期: 10.4Ma ~ 1.7Ma 滝川地域では玄武岩質単成火山と安山岩 - デイサイト質複成火山が共存する。中 - 後期中新世から鮮新世末にかけて、引張応力場にあり堆積盆の拡大がみられる。 これらは、千島前弧の西進と東北日本弧との衝突などの特殊なテクトニックセッティングに関係している。 滝川地域の火成活動マグマは島弧の背弧側火成活動とはみなせない。</p>
目潟火山	<p>目潟火山は、東北日本における火山フロントから約 100km 背弧側にある。玄武岩および安山岩は典型的なカルク - アルカリ系列の組成変化を示す。安山岩質マグマは玄武岩質マグマの分別結晶作用により生成された可能性があるが、REE パターンや Ba の濃集程度からは、いずれも温度の上昇に伴う上部マントルの部分溶融の程度の違いにより深さ 40 - 60km で独立に形成されたと考えられる。 全岩組成からは、高アルミナ玄武岩、分化した玄武岩質安山岩、デイサイトの 3 種類のマグマが考えられる。</p>
東伊豆単成火山群	<p>玄武岩質マグマと珪長質地殻の同化作用により安山岩質マグマが生成され、その生成過程では、部分溶融メルトの同化が関与した。 東伊豆単成火山群は、分布の外側に玄武岩が、内側に安山岩類とデイサイト類が噴出する累帯構造がみられる。 その時空変遷は、新しい噴出物ほど組成が酸性に変化するとともに活動場が中央部に収束する特徴を有する。 東伊豆単成火山群の北東方は、沈み込むプレートと浮揚性の伊豆半島との境界である西相模湾断裂に面している。さらに、北西 - 南東方向に圧縮されている伊豆半島を南北に縦断する横ずれ断層(丹那 - 平山構造線)の東側ブロックが、束縛のない北東方向に移動することで、見かけ上引張応力場が生じ、単成火山群を形成した断裂ができたと考えられる。</p>
上野玄武岩	<p>上野玄武岩は 2.7 - 1.6Ma の約 1Ma の活動期間を有する。 その活動場は、木曾御岳火山の南西麓から活動を開始し、同心円状に活動域が拡張したマグマ注入範囲の空間的規模は、上野玄武岩の活動域の拡大範囲と調和的であり、約 40 万年周期である。 上野玄武岩の活動は、アルカリかんらん石玄武岩に始まり、高アルミナ玄武岩に移化する。これは玄武岩の分離深度が、深度 100 - 120km から深度 60 - 70km に浅化したと結果と推定される。 この分離深度の浅化後、活動域の拡大が生じていることから、上昇するマントルダイアピルの頭部崩壊と側方への拡張が起こったと考えられる。 すなわち、上野玄武岩のマグマ発生場は上部マントルにあり、およそ 100 万年間継続した火成活動は、ひとつの巨大なマントルダイアピルの寿命に対応している。 上野玄武岩には 3 回の活動場の拡張イベントが認められ、同様な拡張は周辺の第四紀火山でも認められる。拡張に要する時間は 30 - 40 万年である。 このような規模の変化は、マントルダイアピルが周期的に波状上昇した、もしくは、定置したマントルダイアピルから周期的に間隙メルトが絞りだされるののいずれかによって達成できる。 また、上野玄武岩からの類推から、中部地域の 7 つの第四紀火山群はそれぞれのクラスタ - 下の独立した長寿命のマグマ溜りの存在と、周期的メルトの挙動に制御されていると推測される。また、その拡張は地殻の主圧縮応力に直交した方向に進行していることから、広域地殻応力場は拡張方向を支配している可能性がある。</p>

表 35 各単成火山群の成因にかかわる解釈の要点(2)

火山群名	要 点
東鳥取 - 神鍋 - 玄武洞火山群	<p>活動時期は, 1.65 - 1.12Ma。 活動地域は, 玄武洞 西気火山(0.9Ma 後) 田倉山火山(0.3Ma 後)と変化している。 第四紀の活動は, 玄武洞, 扇ノ山, 神鍋山火山群などの玄武岩質単成火山群を主としアルカリ岩系に属する。 アルカリ岩の単成火山であっても鮮新世の玄武岩と第四紀の玄武岩とでは化学組成が異なり, 鮮新世から第四紀にかけて, 次第にアルカリックに変化している。 第四紀の火山活動は, 主として西部と北東部で始まり, 中央部から南東部へ移行したと推定される。</p>
黒岩高原 - 津山	<p>ソレライト玄武岩の中には島弧的でないものが含まれる。 津山, 黒岩高原, 小浜 - 三朝の南北方向にわたり約 5Ma に玄武岩質火山活動が発生した。 これは前弧側から背弧側(隠岐トラフに向かって)へ, アルカリックからソレライト質に漸移する。これは, 東北日本の島弧横断方向の組成変化とは逆向きである。 津山地域においてベイサナイト質の火山活動が生じた 5Ma 頃には, その直下に沈み込むプレートは存在しなかった可能性が高く, 山陰東部の鮮新世火山活動はフィリピン海プレートの沈み込みに由来しないと思われる。</p>
隠岐島後	<p>19 - 18Ma に噴出した玄武岩は, 島弧リソスフェアの形成に大きな役割を果たしたと考えられる。 この時期には, 日本海は拡大しており隠岐島後の下では海洋プレートの沈み込みは生じていなかった。 日本海拡大後に噴出した鮮新世 - 洪新世玄武岩(3.6 - 3.3Ma)は, OIB に類似した組成をもつアセノスフェア, もしくは深いブルム起源のマンテルに由来する可能性がある。</p>
松江	<p>中期中新世(11Ma)ごろの形成。 分布は狭小であるが, 化学組成, Sr 同位体, Nd 同位体等は幅広い組成を示す。 混合・分別結晶作用を経験した 2 つの異なるマグマ(一方の端成分は不均質なマンテル起源)が推定される。</p>
横田単成火山群	<p>2 - 1Ma の形成。 横田単成火山岩は, カンラン石玄武岩, 単斜輝石かんらん石玄武岩, 角閃石カンラン石単斜輝石玄武岩の 3 つのグループに分けられ, 各グループの最も未分化な玄武岩はマンテルかんらん岩と平衡に存在しうるか, もしくはそれに近い化学組成を有する。 各グループの未分化玄武岩は, 同位体的に異なった起源マンテルに由来している。 このような不均一性は, Sr に富む液相, 気相が起源マンテルに不均質に付加された可能性を示唆する。</p>

表 36 各単成火山群の成因にかかわる解釈の要点(3)

火山群名	要 点
女亀山	<p>1.8Ma ころの形成。 アルカリ玄武岩からなる。 川本町東部の火山岩類の噴出年代は 2.09Ma であり、女亀山の活動とほぼ一致している。</p>
阿武単成火山岩類	<p>3.3 - 0.4Ma の活動。 3.3Ma の活動(期)と0.4Ma以降の活動(期)との間に2Ma以上の時間間隙があるため、その活動の継続性については検討が必要である。</p>
瀬戸内火山岩	<p>16 - 12Ma(15 - 13Maに集中)。 高マグネシア安山岩(HMA)のマグマ生成に必要なマンテルウェッジにおける高温は、若く熱いフィリピン海プレートのオブダクションにより説明できる。 HMAの存在は、別府島原地溝帯の東方延長にあたるので、伸張応力場が存在したこと、および沈み込んだスラブからの大量の水の供給を示唆する。</p>
北部九州地域	<p>4.5Ma以降の活動。 九州地方においては、約1.5Maにフィリピン海プレートの沈み込みが高角に変化し、明瞭な火山フロントが形成され島弧的な火山活動が始まった。 九州北部のマグマ上昇プロセスは、深部よりEMの特徴を持つマンテルブルムが上昇し、日本海の拡大の極に位置することから圧縮応力場におかれ、ブルムの上昇速度が小さかったために、上昇するエンリッチブルムはN-MORBタイプのマンテルを累進的に溶かし込み、その化学組成、同位体組成を連続的に変化させたと考えられる。</p>