

2018년 지구에서 분화한 화산 활동 분석

윤성효^{1,2*} · 반응부² · 장철우^{2,3}

¹부산대학교 지구과학교육과, ²부산대학교 화산특화연구센터, ³부산대학교 지구과학과

Analysis of Global Volcanic Activity during 2018

Sung-Hyo Yun^{1,2*}, Yong-Boo Ban², and Cheolwoo Chang³

¹Department of Earth Science Education, Pusan National University, Busan 46241, Korea

²Volcano Specialized Research Center, Pusan National University, Busan 46241, Korea

³Department of Earth Science, Pusan National University, Busan 46241, Korea

요 약: 인류 생활에 큰 위협과 많은 피해를 가져오는 화산활동은 오랫동안 지구의 역사와 함께 지속되어 왔다. 홀로세에 해당하는 약 1만 년 전부터 현재까지의 시기 동안 분화 이력이 있는 활화산들은 대략 1,520개로 알려져 있다. 이들 중 2010년 이후에 활동하고 있는 화산체들은 약 210여 개에 달한다. 2018년(2018년 1월 3일~12월 18일; USGS 자료)에 활동한 화산은 83개이다. 대략 지구상에서 1년간 평균 80~90여 개의 화산이 활동 중이며, 이 중에 90% 이상이 환태평양 화산대인 “불의 고리”(Ring of Fire)에 분포한다. 이는 지구상에 분포하는 활화산들의 80% 가량이 판의 수렴경계부에, 그리고 15% 가량이 발산경계부에, 나머지 5%가 판 내부에 위치하는 것과 잘 일치한다. 조사기간인 51주 중 특히 Aira(일본, 50회), Sabankaya(페루, 49회), Sheveluch(러시아, 49회), Ebeko(러시아, 49회), 그리고 Kirishimayama(일본, 40회)등 5개 화산에서 빈번한 화산 활동이 발생하였다. 화산활동의 뚜렷한 증감은 발생하지 않았으며 매년 비슷한 수준의 활동이 발생하고 있다.

핵심어: 활화산, 환태평양 화산대(불의 고리), 화산활동도

Abstract: Volcanic activity, which can read to various danger and hazards to human life, has been part of the Earth's history for a long time. There are approximately 1,520 volcanoes during the Holocene period (about 10,000 years ago) that have been active on Earth. Recently, there are about 210 volcanoes have been recorded since 2010. Meanwhile, there are 83 known active volcanoes in 2018 based on the USGS data. Approximately 80-90 volcanoes are active on Earth for over a year. More than 90% of these volcanoes are located on the circum-Pacific volcanic belt, commonly known as 'Ring of Fire'. This high number of active volcanoes within this area coincides with the distribution maps of active volcanoes on the earth: about 80% on subduction zone of the convergent plate boundaries; 15% on divergent plate boundaries and 5% on intra-plate zone. Five volcanoes are most active during the survey period of 51 weeks: 50 times in Aira (Japan), 49 times in Sabankaya (Peru), 49 times in Sheveluch (Russia), 44 times in Ebeko (Russia) and 40 times in Kirishimayama (Japan). Based on the available data about volcanic activity, there is no significant change in volcanic activity and similar levels of volcanic activity is observed every year.

Keywords: active volcano, circum-Pacific volcanic belt (ring of fire), volcanic activity.

*Corresponding author
Tel: +82-51-510-2723
E-mail: yunsh@pusan.ac.kr

서 론

화산활동은 온 인류의 생활환경에 지대한 영향을 끼칠 뿐만 아니라 지구 환경의 변화를 초래하는 충격적이고, 위험한 자연현상이다. 화산활동은 인류의 생존을 위협하는 공포의 대상으로, 경우에 따라서는 상상을 초월하는 위험하고도 위협적인 존재일 수 있다. 화산 활동은 인류의 생존에 영향을 끼칠 수 있는 재난을 초래하기 때문에 발생 가능한 피해의 경감을 위하여 화산 재해의 발생을 미리 예측하고 그 방재 대책을 수립하여 피해를 최소화 하는 일이 시급하다(Woodhouse *et al.*, 2013). 그러므로 화산활동으로 파괴된 자연과 인문, 사회 환경의 새로운 질서와 조화 및 균형을 회복할 수 있는 안전 대책의 마련에 관심이 필요하다. 화산활동이 빈번하거나 예상되는 해당 지역 주민들의 생활공간과 인접하여 경계 대상이 되는 화산을 보유한 국가들은 화산활동으로 인한 피해를 최소화하기 위한 방재 대책 수립에 노력하고 있다. 이러한 각국의 노력으로 인하여 화산관련 연구와 분화 위험 감시 방법이 나날이 발전하며, 여러 화산들의 활동 성격과 그 활동에 대한 정보 파악에 필요한 각종 선진화된 장비와 기술의 발달로 화산체별로 활동내용이 점차 상세하게 파악되므로 화산관련 연구의 역할도 계속해서 중요성이 높아지고 있다.

최근 지구상에서 발생하는 격렬한 화산활동으로 인한 예측이 불가능 할 정도의 지구환경의 변화가 지역 주민들의 생활에 큰 영향을 끼치고 있음은 이미 알려져 있다(Yasuda *et al.*, 2011). 화산에 대한 다양하고 정확한 정보를 미리 파악하여 미래에 발생 가능한 여러 재해 내용을 예측하고 그 활동으로 야기되는 피해를 가능한 범위에서 저감시킬 수 있는 방안의 연구와 대책 수립은 정부가 감당할 역할이며 책임이다. 현지에 거주하는 주민들도 장기간에 걸친 화산체 별 특정 활동 정보를 계속 모니터링하여 위기발생이 예측되면 즉시 안전하게 대처할 수 있도록 준비하여야 할 것이다(Kartadinata *et al.*, 2002).

본 연구는 전 지구상에서 일어나고 있는 지속적이거나 새로운 화산활동들을 화산체별로 그 활동상을 파악하고 그 내용을 분석하여 위험에 대비한 국가차원의 매뉴얼을 확보하여 인명과 재산의 피해를 줄이는 것에 의의를 둔다. 이를 위해 2018년 초부터 2018년 12월 18일까지 진행된 매 주별 화산활동 자료를 확보하고 이를 분석하는 조사 연구를 진행하였

다. 그러나 2018년 12월 22일 미국 연방정부의 업무 일시중단(government shut down)에 따라 화산활동 정보 파악 업무도 일시 중단되어, 2018년 지구에서 분화한 화산활동의 분석은 2018년 12월 18일까지의 51주 동안만 진행되었다. 따라서 그간의 자료만을 이용하여 화산 활동의 동태를 추적하였다. 본 연구에서 확보한 화산별 관련 자료들을 데이터베이스화하여 필요에 따라 활용토록 정리하였다.

2018년 화산활동 동향

본 연구에서 사용된 2018년에 활동한 모든 화산활동 자료들은 미국 스미소니언 연구소(The Smithsonian Institution)의 Global Volcanism Program(이하 GVP)에서 USGS(U. S. Geological Survey)의 Volcano Hazards Program과 공동으로 매 주별로 발표되는 The Weekly Volcanic Activity Report의 내용이다. 이 자료는 매주 수요일(미국시간)에 발표되며, 우리나라에서는 그 정보를 국내 시간으로 매주 목요일에 확인할 수 있다. 여기에 발표되는 화산 활동의 횟수는 각 화산에서 분화 사건이 발생할 때 마다 주별로 1회로 기록하였다. 즉 하루에도 여러 차례의 분화 횟수가 기록될 수 있고, 어떤 경우에는 분화 사건이 지속적으로 연결되어 하루 또는 이틀 동안 지속되는 분화 사건도 있지만, 이를 모두 1회로 기록하였다. 화산활동이 주를 넘어 연속으로 발생하는 경우는 주별 1회로 각각 표기하되, 화산별 활동상 정리에서는 지속활동(ongoing)으로 표기하였다. 화산학에서는 화산활동의 횟수를 계량하는 일반적인 규칙은 없다.

가) 국가별 화산활동 화산 수(2018.1.3.-2018.12.18)

조사기간 중 활동한 화산의 수는 83개이다. 이들 활화산의 국가별 분포는 Table 1과 같다.

Table 1에 따르면 2018년 화산 활동이 발생한 국가는 인도네시아를 비롯하여 22개 국가이다. 가장 많은 화산이 위치한 국가는 인도네시아로 2018년 한 해 동안 15개의 화산이 활동하였으며, 일본에 12개, 러시아에 9개를 비롯하여 미국과 칠레에 각각 6개, 에콰도르와 파푸아뉴기니에 각각 5개, 비누아투에 4개, 코스타리카와 과테말라에 3개가 위치하고 있다. 이탈리아, 필리핀, 니카라과에는 2개의 화산이, 그레나다와 아이슬란드, 프랑스, 멕시코, 페루, 뉴질랜드, 영국, 인도, 콜롬비아에서 각각 하나의 화산이 활동하였다.

Table 1. List of erupted volcanoes during 2018 by country

Country (number of volcanoes)	Name
Indonesia (15)	Agung, Dieng Volcanic Complex, Dukono, Ibu, Ljen, Karangetang, Kerinci, Krakatau, Merapi, Marapi, Sinabung, Sopotan, Rinjani, Semeru, Gamalama
Japan (12)	Aira, Kikai, Krishimayama, Kuchinoerabujima, Kusatsu-Shiranesan, Myojinsho, Nishinoshima, Suwanosejima, Zaozan, Asamayama, Ioto, Akan
Russia (9)	Bezymianny, Ebekco, Karymsky, Klyuchevskoy, Maly Semyachik, Sheveluch, Ketoi, Alaid, Sarychev Peak
Philippines (2)	Kanlaon, Mayon,
Papua New Guinea (5)	Bagana, Kadovar, Langila, Manam, Ulaun
Ecuador (5)	Fernandina, Reventador, Sangay, Chiles-Cerro Negro, San Miguel
USA (6)	Cleveland, Great Sitkin, Kilauea, Mauna Loa, Veniaminof, Semisopochnoi,
Chile (6)	Lascar, Nevados de Chillan, Osorno, Villarrica, Planchon-Peteroa, Copahue
Guatemala (3)	Fuego, Pacaya, Santa Maria.
Vanuatu (4)	Ambae, Ambrym, Yasur, Sangean Api
Italy (2)	Etna, Stromboli,
Costa Rica (3)	Ricon de la Vieja, Turrialba, Telica
Nicaragua (2)	San Cristobal. Telica
Grenada (1)	Kickem Jenny
Iceland (1)	Oraefajokull
Peru (1)	Sabancaya
France (1)	Piton de la Fournaise
Mexico (1)	Popocatepetl
New Zealand (1)	Ruapehu
UK (1)	Saunders
India (1)	Barren Islands
Columbia (1)	Nevado del Ruize

나) 한반도 인근 국가의 화산활동

2018년 연구 기간 동안 활동한 활화산들에 대하여 이 기간 중 계속 화산활동 중인 ‘진행형(ongoing)’ 화산과 불안정한 화산 전조활동이나 새롭게 화산 활동의 조짐을 보였던 것은 ‘불안정형(unrest)’ 또는 ‘새로운 조짐형(new)’으로 구분하여 자료를 정리하고 있다 (GVP, 2016c). 본 연구에서는 진행형과 불안정형, 새로운 조짐형을 모두 합하여 활동적인 화산으로 평가하였다. 이를 기초로 한반도 즉, 우리나라에 화산재 낙하, 항공노선 폐쇄 등 직간접 영향을 줄 수 있는 인근 국가에서 2018년의 51주 중 활동한 화산을 정리하였다.

먼저 인도네시아에서는 Agung, Dieng Volcanic Complex, Dukono, Ibu, Ljen, Karangetang, Kerinci, Krakatau, Merapi, Marapi, Semeru, Sinabung, Sopotan, Rinjani, Gamalama 등 15개 화산이 활동하였다.

일본에서는 Aira, Kikai, Krishimayama, Kuchinoerabujima, Kusatsu-Shiranesan, Myojinsho, Nishinoshima, Suwanosejima, Zaozan, Asamayama, Ioto, Akan 등 12개 화산이 활동하였다.

러시아의 경우 동부 태평양 연안의 캄차카 반도를 따라 Bezymianny, Ebekco, Karymsky, Klyuchevskoy, Maly Semyachik, Sheveluch, Ketoi, Alaid, Sarychev Peak 등의 9개 화산이 분포하며, 필리핀에는 Kanlaon과 Mayon 등 2개 화산이 위치하고 있다.

이들 화산의 활동 동향에 따라 우리나라에 영향을 미칠 가능성이 존재하기 때문에 이를 예측하기 위하여 이들 화산의 활동상을 면밀하게 파악하여야 한다. 뿐만 아니라 이들 국가에서 안전 대비를 위한 대책은 어떻게 준비되고 있는가에 관심을 가지고 미래에 닥쳐올지도 모를 화산재해에 대한 철저한 대비책을 강구하여야 할 것이다.

화산 보유국가의 재난 대비 활동

화산 활동으로 인하여 우리에게 직·간접적으로 피해를 입히는 화산재해에는 방사되는 화성쇄설물, 화산가스, 용암류 등의 직접적인 분출물 및 강하화산재, 화쇄류, 라하르 등 분출물의 이동에 의해 발생하는 것들이 있다. 또한 화산활동으로 인한 지표변형과 수반하여 발생하는 화산성지진, 산사태가 발생할 수도 있으며, 이로 인해 쓰나미가 발생하는 경우도 있다. 미국 스미소니언 연구소의 GVP나 미국 USGS의 Volcano Hazard Program과 비슷한 각국의 연구기관들은 화산활동을 면밀하게 모니터링하고 있으며, 각

국의 방재업무를 담당하는 기관들은 이러한 재해에 대비할 수 있도록 각종 위험경보를 발령한다. 화산을 보유하고 있는 각 국가에서는 자국뿐만 아니라 인근 국가에 분포하는 화산의 활동상을 계속 관측, 조사, 분석하며 이를 실시간으로 발표하여 재난의 대비와 안전 대책 수립에 활용하고 있다.

가) 2018년 활동 화산의 지리적 분포 현황

Table 2는 2018년 중 화산 활동을 한 화산의 수효와 위치를 조사한 것이다. 이 기간 중 전 세계에서 활동한 83개의 화산들 중 76개 화산이 환태평양화산대에 집중되어 있으며, 전체 활동 화산 수 중 환태평

Table 2. Geographical distribution of volcanoes erupted in 2018

Locations	Country	*Tectonic environment	Volcanoes	
Pacific Coast (76)	Indonesia (15)	C	Agung, Dieng Volcanic Complex, Dukono, Ibu, Ljen, Karangetang, Kerinci, Krakatau, Merapi, Marapi, Semeru, Sinabung, Sopotan, Rinjani, Gamalama	
	Japan (12)	C	Aira, Kikai, Krishimayama, Kuchinoerabujima, Kusatsu-Shiranesan, Myojinsho, Nishinoshima, Suwanosejima, Zaozan, Asamayama, Ioto, Akan	
	Russia (9)	C	Bezymianny, Ebekco, Karymsky, Klyuchevskoy, Maly Semyachik, Sheveluch, Ketoi, Alaid, Sarychev Peak	
	Papua New Guinea (5)	C	Bagana, Kadovar, Langila, Manam, Ulaun	
	Ecuador (5)	C	Fernandina, Reventador, Sangay, Chiles-Cerro Negro, San Miguel	
	USA (6)	C	Cleveland, Great Sitkin, Veniaminof, Semisopchnoi	
	USA (6)	I	Kilauea, Mauna Loa,	
	Chile (6)	C	Lascar, Nevados de Chillan, Osorno, Villarrica, Planchon-Peteroa, Copahue,	
	Guatemala (3)	C	Fuego, Pacaya, Santa Maria	
	Vanuatu (4)	C	Ambae, Ambrym, Yasur, Sangean Api	
	Philippine (2)	C	Kanlaon, Mayon	
	Costa Rica (3)	C	Ricon de la Vieja, Turrialba, Telica	
	Nicaragua (2)	C	San Cristobal, Telica	
	Mexico (1)	C	Popocatepetl	
	New Zealand (1)	C	Ruapehu	
	Peru (1)	C	Sabancaya	
	Colombia (1)	C	Nevado del Ruiz	
	Atlantic coast (3)	Iceland (1)	D	Oraefajokull
		Grenada (1)	C	Kickem Jenny
		UK (1)	C	Saunders
Mediterranean (2)	Italy (2)	C	Etna, Stromboli	
Indian Ocean (2)	India (1)	C	Barren Islands	
	France (1)	I	Piton de la Fournaise	

*C means convergent plate boundary, D means divergent plate boundary, I means intraplate.

양화산대의 집중도는 92%에 해당한다. 이를 통하여 살펴 본 바에 의하면 태평양 연안, 즉 “불의 고리”라고 알려진 지역에 대부분의 화산이 집중 분포하고 있음을 알 수 있다. 그리고 그 밖의 대서양, 인도양, 지중해 등 3개 지역에 분포한 화산은 7개 화산으로 전체의 8%에 불과하여 환태평양 화산대에 집중되어 있는 화산체들로 인하여 이 지역에 집중적으로 화산 재해로 인한 인명과 재산의 피해가 발생하고 있다.

특히 한반도 인근에 분포하고 있는 화산(Yun *et al.*, 2016) 중 38개가 2018년에 활동하였으며 이것은 2018년 중 활동한 전체 화산 83개 중 약 45%에 해당하는 수치이다. 우리나라와 인접한 일본의 Aira 칼데라는 2018년 51주 동안에 50주를 활동하였고, Kirishimayama는 44주, 러시아 캄차카의 Sheveluch 화산은 49주, Ebeko 화산이 44주로 빈번하게 활동 중이다. 필리핀의 Mayon 화산은 24주, kanlaon 화산은 1주를 기록하였다. 멀리 남미 페루의 Sabancaya 화산도 51주 중 49주 동안 활동 기록이 있는 것으로 조사되었다.

나) 2001-2018 연도별 활동 활화산 수의 변동

2001년부터 2018년까지 매년 활동한 활화산의 수는 최소 70개에서 최대 104개에 이르며, 년 평균 90개의 화산이 활동하였다(부록 1 참조). 2001년부터 2004년까지는 67개 ~ 80개 수준이었으나 2005년 이후로 80 ~ 90개 수준으로 증가하였다. 2010년과 2011년에 84개, 2012년에는 92개, 2013년에는 97개로 증가하였다. 2014년에는 87개로 약간 감소세를 나타냈다. 그리고 2015년에는 104개의 화산이 활동하였다. 즉 2015년까지 매년 활동하는 화산의 수는 서서히 증가 추세를 보였다. 그러나 2016년에는 100개로

약간 줄어들었으며 2017년에는 79개로 전년에 비해 크게 감소하였다(Fig. 1). 2018년에는 83개의 화산이 활동하여 2017년에 비하여 4개 증가하였다.

다) 활화산 별 활동 횟수

2018년 지구에서 일어난 화산 활동으로 활동한 화산들의 활동횟수는 Table 3에 표시하였다. 2018년 1월부터 12월 18일 까지 총 51주 동안 40회 이상 활동한 화산들은 일본, 페루, 러시아에 집중되어 있으며, 이 지역은 “불의 고리”로 알려진 환태평양 화산대이다. 이들 중 우리나라 인근에 위치한 화산들의 활동이 빈번하고 또, 재난 유발 가능성이 커 주목할 필요가 있다. 각 화산체의 이름, 위치한 국가, 그리고 활동상을 지속(Ongoing), 신규(New), 그리고 Total로 정리하였다.

2018년의 51주 동안 일본의 Aira 칼데라는 50주, 러시아의 Sheveluch 화산과 페루의 Sabancaya 화산이 49주, 러시아의 Ebeko 화산에서 44주, 일본의 Kirishimayama가 40주 동안 화산활동 기록이 있었다. 35주에서 20주 동안 활동한 화산이 9개, 19주에서 10주 활동한 화산이 12개, 9주에서 5주는 13개, 4주에서 2주는 15개 화산이며 1회 활동한 화산이 24개이다. 화산 활동의 양상은 주로 용암의 분출(분류; 噴流 또는 일류; 溢流), 또는 화산재와 화산가스를 지속적으로 뿜어내고 있는 폭발성 분화 활동을 하였다.

지속적인 활동을 이어가는 대부분의 화산들은 환태평양 연안의 “불의 고리”에 해당하는 지역에 집중 분포해 있다(Yun *et al.*, 2016).

Fig. 2는 2017년과 2018년의 주별 화산활동 동향(부록 2 참조)을 조사한 것이다. 이에 의하면 2017년은 매 주마다 최소 14개에서 최대 27개의 화산이 활

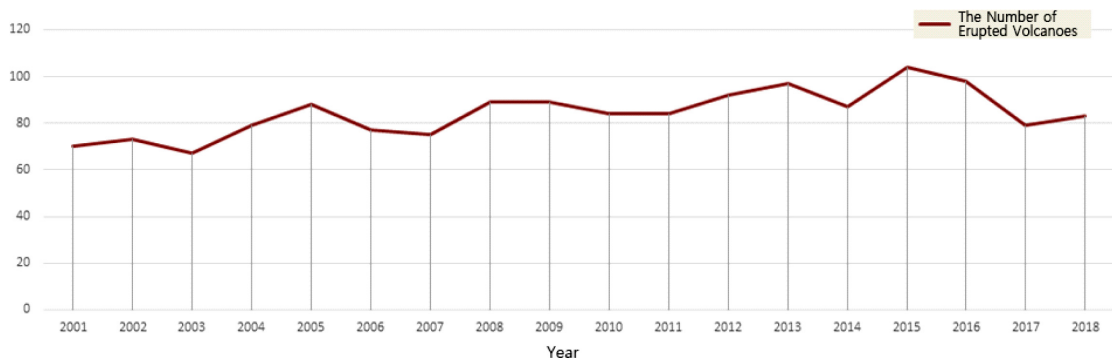


Fig. 1. Changes in the annual number of volcanic activities on earth during the period of 2001–2018.

Table 3. Total frequency of weekly volcanic eruption activities on earth (2018)

Volcano name	Location (Country)	Ongoing	New	Total
Aira	Kyushu (Japan)	49	1	50
Sabancaya	Peru	49	0	49
Sheveluch	Central Kamchatka (Russia)	49	0	49
Ebeko	Paramushir Island (Russia)	43	1	44
Kirishimayama	Kyushu (Japan)	32	8	40
Turrialba	Costa Rica	34	1	35
Kerinci	Indonesia	27	2	29
Agung	Bali (Indonesia)	23	3	26
Fuego	Guatemala	18	7	25
Ambae	Vanuatu	14	10	24
Krakatau	Indonesia	13	11	24
Mayon	Philippines	12	12	24
Cleveland	Chuginadak Island (USA)	22	1	23
Kadovar	Papua New Guinea	12	8	20
Merapi	Central Java (Indonesia)	13	6	19
Popocatepetl	Mexico	7	12	19
Piton de la Fournaise	Reunion Island (France)	18	0	18
Ijen	Eastern Java (Indonesia)	7	10	17
Pacaya	Guatemala	17	0	17
Veniaminof	United States	9	7	16
Dukono	Halmahera (Indonesia)	15	0	15
Klyuchevskoy	Central Kamchatka (Russia)	7	8	15
Suwanosejima	Ryukyu Islands (Japan)	11	3	14
Fernandina	Ecuador	6	5	11
Nishinoshima	Japan	4	7	11
Sarychev Peak	Matua Island (Russia)	10	0	10
Bagana	Bougainville (Papua New Guinea)	9	0	9
Kuchinoerabujima	Ryukyu Islands (Japan)	5	4	9
Reventador	Ecuador	9	0	9
Semisopochnoi	United States	4	5	9
Soputan	Sulawesi (Indonesia)	3	6	9
Ibu	Halmahera (Indonesia)	3	5	8
Sangeang Api	Guatemala	6	2	8
Yasur	Vanuatu	5	3	8
Marapi	Indonesia	4	3	7
Ambrym	Vanuatu	5	1	6
Ketoi	Kuril Islands (Russia)	2	4	6
Saunders	South Sandwich Islands (UK)	0	6	6
Kilauea	Hawaiian Islands (USA)	3	2	5
Langila	New Britain (Papua New Guinea)	1	4	5
Rinjani	Lombok Island (Indonesia)	3	2	5
Copahue	Central Chile-Argentina border	3	1	4
Bezymianny	Central Kamchatka (Russia)	3	0	3
Kikai	Japan	0	3	3

Table 3. Continued

Volcano name	Location (Country)	Ongoing	New	Total
Oraefajokull	Iceland	2	1	3
Rincon de la Vieja	Costa Rica	3	0	3
Sangay	Ecuador	3	0	3
Santa Maria	Guatemala	1	2	3
Stromboli	Aeolian Islands (Italy)	0	3	3
Etna	Italy	2	0	2
Great Sitkin	Andreanof Islands (USA)	0	2	2
Karanteng	Siau Island (Indonesia)	1	1	2
Karymsky	Eastern Kamchatka (Russia)	0	2	2
Manam	Papua New Guinea	0	2	2
Mauna Loa	United States	0	2	2
Nevadosde Chillan	Chile	2	0	2
Akan	Hokkaido (Japan)	0	1	1
Alaid	Kuril Islands (Russia)	0	1	1
Asamayama	Honshu (Japan)	0	1	1
Barren Island	Andaman Islands (India)	0	1	1
Chiles-Cerro Negro	Colombia-Ecuador	1	0	1
Dieng Volcanic Complex	Central Java (Indonesia)	0	1	1
Gamalama	Halmahera (Indonesia)	0	1	1
Ioto	Japan	0	1	1
kanlaon	Philippines	0	1	1
Kick 'em Jenny	North of Grenada	0	1	1
Kusatsu-Shiranesan	Honshu (Japan)	1	0	1
MalySemyachik	Eastern Kamchatka (Russia)	0	1	1
Myojinsho	Japan	1	0	1
Nevado del Ruiz	Colombia	0	1	1
Osorno	chile	0	1	1
Planchon-Peteroa	Central Chile-Argentina border	0	1	1
Ruapehu	North Island (New Zealand)	1	0	1
San Miguel	Ecuador	0	1	1
Semeru	Eastern Java (Indonesia)	0	1	1
Sinabung	Indonesia	1	0	1
Telica	Costa Rica	0	1	1
Ulawun	New Britain (Papua New Guinea)	1	0	1
Villarrica	Chile	1	0	1
Zaozan	Japan	0	1	1

동하였고, 2018년에는 매주 최소 12개에서 최대 24개의 화산이 활동하였다. 그러나 2017년에는 79개, 2018년에는 83개로 분화한 화산의 개수가 소폭 증가하였으므로, 화산의 분화 빈도는 줄어들었으나 다시 활동을 시작한 화산들이 증가하였음을 알 수 있다.

2017년과 2018년의 화산 활동 횟수에 특이성은 발견되지 않으며 대체로 유사한 모습을 보이고 있다. 즉 2017년과 2018년에 걸친 기간 중에는 화산활동의 돌발성이나, 기타 특이성이 나타나고 있지 않음을 알 수 있다.

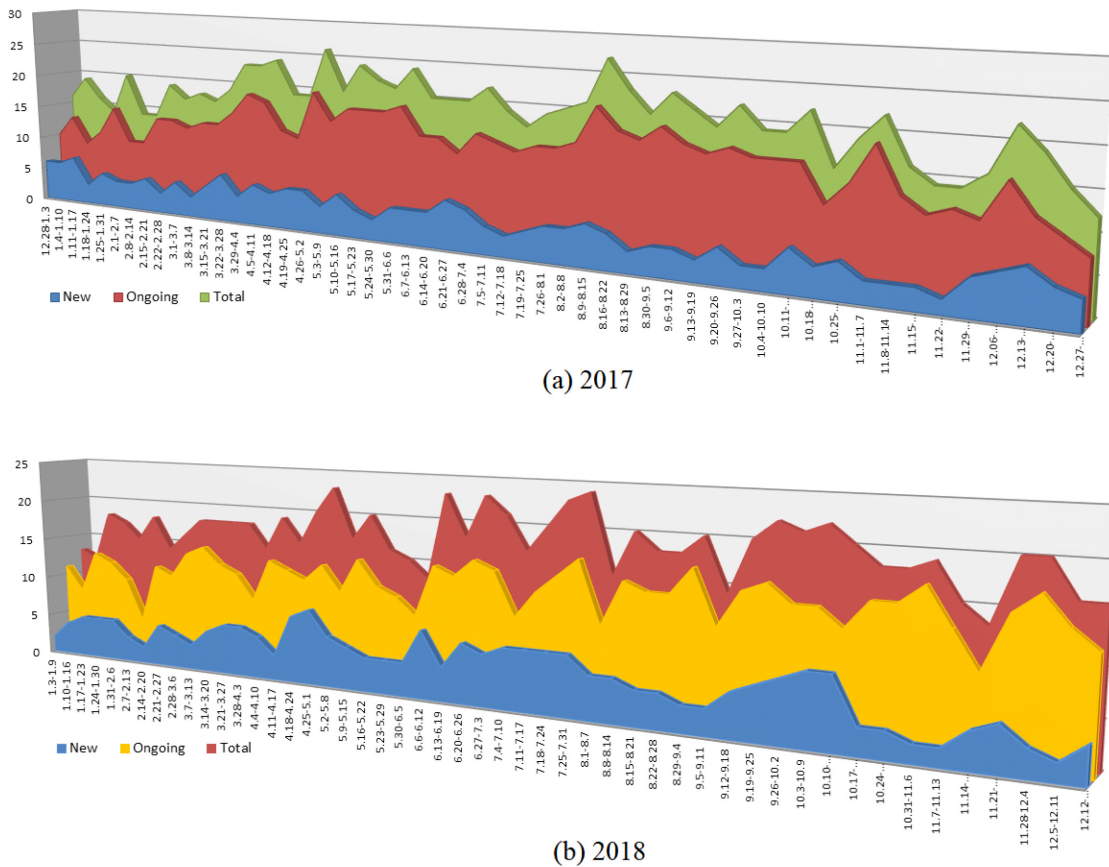


Fig. 2. Changes in the annual number of volcanic eruptions on earth at 2017 and 2018.

한반도 주변 화산의 활동 분석: 일본, 러시아, 인도네시아, 필리핀, 미국

가) 세계 주요 국가별 화산 활동 현황(2001-2018)

지구상에서는 지금도 계속해서 화산 활동이 일어나고 있지만 특히 2001년부터 2018년까지 태평양 서안의 일본, 러시아, 인도네시아, 필리핀, 그리고 태평양 동단의 미국에서의 화산 활동을 살펴보면, 그 활동이 매년 약간의 증가 추세를 보이고 있다. 2001년부터 2009년까지는 지속적인 증가가 나타나고, 2010년과 2011년에는 약간 감소하였다가, 2013년부터 다시 증가하기 시작하여 2014년 916회, 2015년 1052회, 2017년 1024회, 2018년 1094회의 활동이 발생하였다. 특히 한반도 인근에 위치한 일본, 인도네시아, 러시아, 필리핀, 미국 등 5개 국가에는 2018년에 활동한 83개의 화산 중 46%에 해당하는 38개가 집중 분포하

고 있다. 태평양 연안의 주요 5개 국가의 활동상을 분석한 자료에 따라 연간 화산 활동 횟수를 정리하면 Fig. 3과 같다(부록 3 참조).

Fig. 3을 살펴보면, 2001년 이후 화산활동의 점진적인 증가가 나타나며 특히 2006년을 기점으로 러시아의 화산활동이 큰 폭으로 증가함을 확인할 수 있다. 2014년에는 인도네시아의 화산활동이 크게 증가하였으며, 이후에는 점진적으로 감소하지만 여전히 연간 100회 이상의 화산활동이 발생하는 활발한 상태로 볼 수 있다. 일본의 경우에는 꾸준히 증가 추세를 보이며 필리핀의 경우는 활동하는 화산의 수가 적으므로 활동 횟수 자체는 높지 않다. 2015년을 기점으로 일본을 제외하고 활동횟수 자체는 전반적으로 감소하고 있으나, 장기적으로 경향을 추적하여야 화산 활동의 경향성을 발견할 수 있으며 이는 화산 활동의 예측과 재난 대비에 유용한 정보가 될 수 있다.

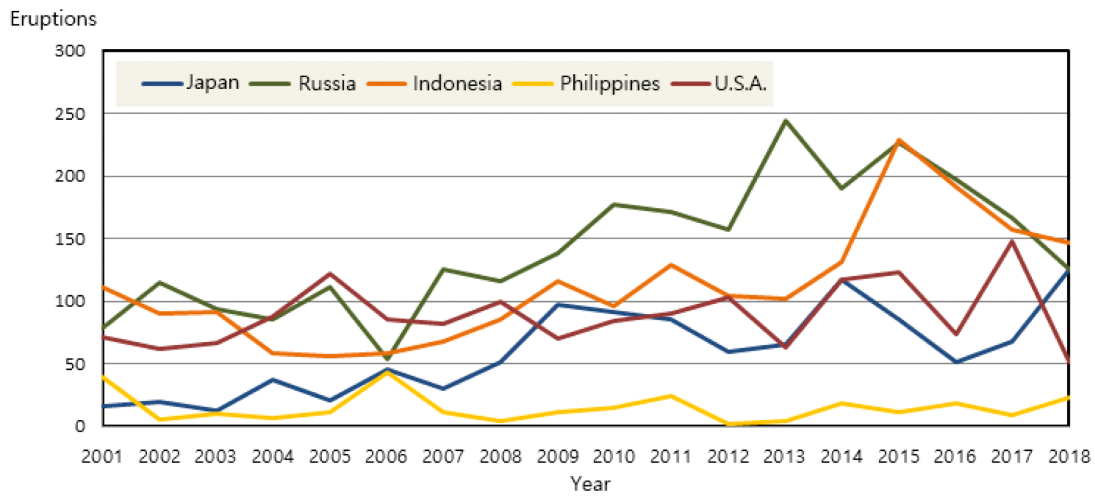


Fig 3. Changes in the annual number of volcanic eruptions of Japan, Russia, Indonesia, Philippines, and USA from 2001 to 2018.

Table 4. The number of volcanic activities in 2018 in neighboring countries around the Korean peninsula

Country	Volcano names	Ongoing	New	Total	
Japan	Aira	49	1	50	
	Kirishimayama	32	8	40	
	Suwanosejima	11	3	14	
	Nishinoshma	4	7	11	
	Kuchinoerabujima	5	4	9	
	Kikai	0	3	3	
	Akan	0	1	1	
	Asamayama	0	1	1	
	Ioto	0	1	1	
	Kusatsu-Shiraesan	1	0	1	
	Myojinsho	1	0	1	
	Zaozan	0	1	1	
	Indonesia	Kerinci	27	2	29
		Agung	23	3	26
Krakatau		13	11	24	
Merapi		13	6	19	
Ijen		7	10	17	
Dukono		15	0	15	
Soputan		3	6	9	
Ibu		3	5	8	
Marapi		4	3	7	
Rinjani		3	2	5	
Karangetang		1	1	2	
Dieng Volcanic Complex		0	1	1	
Gamalama		0	1	1	
Semeru		0	1	1	
Sinabung	1	0	1		

Table 4. Continued

Country	Volcano names	Ongoing	New	Total
Russia	Sheveluch	49	0	49
	Ebeko	43	1	44
	Klyuchevskoy	7	8	15
	Sarychev Peak	10	0	10
	Ketoi	2	4	6
	Bezymianny	3	0	3
	Karymsky	0	2	2
	Alaid	0	1	1
Philippines	Maly Semyachik	0	1	1
	Kanlaon	0	1	1
	Mayon	12	12	24

또한 이들 국가에 위치한 화산의 활동 빈도 역시 상당히 높다. Table 4는 Table 3의 화산 목록에서 한반도에 상대적으로 인접하여 위치한 일본, 러시아, 인도네시아, 필리핀에 위치한 화산들을 추려 정리한 것이다. 일본의 Aira, Krishimayama, 인도네시아의 Kerinci, Agung, 러시아의 Sheveluch, Ebeko, 필리핀의 Mayon 화산 등은 2018년 조사기간인 51주 중 최소 24주 이상을 활동하였다.

우리나라 주변에서 광역 화산재 재해를 유발할 수 있는 화산은 주로 일본에 분포한다(Choi *et al.*, 2016). 일본의 화산들은 위치적으로 우리나라와 비교적 인접해 있어서 특히 기상장에서 광역화산재 피해를 한반도에 미칠 수 있다. 그리고 러시아의 캄차카 반도와 쿠릴열도 지역에서 활동하는 활화산들은 우리나라의 미주항공노선에 화산재의 위협을 가할 수 있다(Yun *et al.*, 2016). 이들 화산들이 활동을 재개할 경우 한반도에 끼칠 수 있는 위험에 관하여 살펴보는 것은 광역화산재해로부터 우리 국민을 보호하는데 큰 의미가 있다.

토 의

최근 지구상에서 발생하는 격렬한 화산활동으로 인한 예측이 불가능 할 정도의 지구환경의 변화가 지역 주민들의 생활에 위험한 영향을 끼치고 있다(Yasuda *et al.*, 2011). 이에 대비하여 지구상에 분포하는 여러 화산에 대한 정확한 정보를 미리 파악하여 미래에 닥쳐올 각종 화산재해 내용을 예측하여 피해를 가능한 범위에서 저감시킬 수 있는 대책을 연구, 수립하는

것이 정부의 책임이다. 현지 주민들도 장기간에 걸친 화산재별 특정 활동 정보를 계속 모니터링하여 화산 활동으로 인한 재해의 발생이 예측되면 이를 관계기관에 즉시 통보하여 안전하게 대처할 수 있도록 준비하여야 할 것이다(Kartadinata *et al.*, 2002). 한반도 인근에 위치한 일본과 러시아 캄차카의 화산들은 여전히 빈번한 화산활동을 지속하고 있는 것으로 나타났다.

2018년에 활동한 83개 화산 중 한반도에 인접한 일본, 러시아, 필리핀, 인도네시아 등 4개 국가에 38개 화산이 집중하며, 특히 일본의 Aira(50/51), Kirishimayama(40/51) 화산은 연중내내 지속적인 활동을 이어갔다. 러시아의 Sheveluch(49/51), Ebeko(44/51) 화산도 그 활동빈도가 높았다. 인도네시아의 Kerinci(29/51), Agung(26/51), Krakatau(24/51) 화산과 필리핀의 Mayon(24/51) 화산도 그 활동이 오래 지속되었다. 이들 화산들은 우리나라와 근거리에 위치하므로 이들 국가에서 시행 중인 화산 감시정보를 우리나라도 신속히 획득할 수 있도록 준비하여야 한다.

연중 지속적 활동을 하고 있는 화산은 국가별로 재난대비가 잘되어 있는데 비해, 분화활동횟수가 적은(10회 미만) 화산은 돌발적인 활동이 예측되므로 갑작스러운 화산 활동이 시작되면 그 피해가 클 것으로 예상할 수 있다. 화산의 분화가 우리나라에서 발생할 경우에 대비하여 화산 분화에 따른 피해의 방재를 위하여 기후표에 따른 계절별 기후요소(풍향, 풍속 등)에 기초하여 대비책의 강구 및 기상장을 수시로 검토하여 광역화산재에 의한 피해에 대비하여야 한다. 특히 수치모의 실험에 의한 특이 기상장에서의 피해 영

항범위를 설정하고 주변의 화산별 영향 시나리오를 만들 필요가 있다(Yun *et al.*, 2016).

국가별 재난 발생 시 기본 행동, 난민 보호에 대한 국가의 역할을 숙지하여 우리나라에서 예상되는 화산 활동으로 인한 국민의 생명과 재산 등 안전을 지키는데 필요한 화산재해 대책수립에 활용될 수 있을 것을 기대한다.

결 론

2018년 지구에서 발생한 화산 분화 활동을 분석하였다. 2018년 지구에서 분화한 화산은 83개로 2017년 79개에 비해 소폭 증가하였다. 이들 화산들은 환태평양화산대 지역에 76개 화산이 분포하여 전체 화산들의 92%가 위치하여 있고, 대서양 연안에 3개, 인도양 연안에 2개, 그리고 지중해 해안에 2개 화산이 분포하여 나머지 8%를 차지하고 있다.

화산들이 위치한 국가별로 분류하면 일본, 인도네시아, 러시아를 비롯한 22개 국가에 위치하고 있다. 인도네시아에 15개, 일본에 12개, 러시아에 9개, 미국과 칠레에 6개 등이 위치해 있다. 화산의 지리적 분포는 예년과 유사한 환태평양 연안, 일명 “불의 고리”에 집중되고 있다.

이들 화산들의 화산 별 활동 빈도에 따르면 1회 활동 화산 24개, 2-9회 활동 화산 30개, 10-19회 활동 화산 12개, 20-29회 활동 화산 8개, 30-39회 활동 화산 1개, 40-50회 활동 화산 5개이다.

활동 빈도가 높은 화산 중 한반도 인근에 위치한 화산은 일본의 Aira, Kirishimayama, 러시아의 Sheveluch, Ebeko, 인도네시아의 Kerinci, Agung, Krakatau 화산과 필리핀에 위치한 Mayon 화산 등이다.

사 사

이 논문에 대하여 세심하고 건설적인 지적과 의견을 주신 익명의 심사자와 책임편집위원에게 감사드립니다. 이 연구는 기상청 기상산업지원 및 활용기술 개발사업(KMI2018-02710)의 지원으로 수행되었습니다.

References

Choi, E.K., Kim, S.W., Yun, S.H. and Lee, K.H., 2016, The distribution of volcanoes around the Korean peninsula:

An analysis based on the possibility of affecting Korea. *Journal of Environmental Science International*, 25, 1311-1322.

Crossweller, H.S., Arora, B., Brown, S.K., Cottrell, E., Deligne, N.I., Guerrero, N.O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S.C., Lowndes, J., Nayembil, M., Siebert, L., Sparks, R.S.J., Takarada, S., and Venzke, E., 2012, Global database on large magnitude explosive volcanic eruptions(LaMEVE). *Journal of Applied Volcanology*, 1:4, 1-13.

Global Volcanism Program, 2016a, Pleistocene volcano list. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. (http://volcano.si.edu/list_volcano_pleistocene.cfm)

Global Volcanism Program, 2016b, Holocene volcano list. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.

Global Volcanism Program, 2016c, Smithsonian/USGS Weekly Volcanic Activity Report. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.

Global Volcanism Program, 2016d, Kilauea, 16 March - 22 March 2016. Smithsonian/USGS Weekly Volcanic Activity Report, Smithsonian Institution.

Global Volcanism Program, 2016e, Sheveluch, 11 May - 17 May 2016. Smithsonian/USGS Weekly Volcanic Activity Report, Smithsonian Institution.

Global Volcanism Program, 2016f, Aira, 20 April - 26 April 2016. Smithsonian/USGS Weekly Volcanic Activity Report, Smithsonian Institution.

Global Volcanism Program, 2016g, Karymsky, 3 Feb. - 9 Feb. 2016. Smithsonian/USGS Weekly Volcanic Activity Report, Smithsonian Institution.

Global Volcanism Program, 2016h, Dukono, 10 Feb. - 16 Feb. 2016. Smithsonian/USGS Weekly Volcanic Activity Report, Smithsonian Institution.

Global Volcanism Program, 2016i, Asosan, 2 March- 8 March, 2016. Smithsonian/USGS Weekly Volcanic Activity Report, Smithsonian Institution.

Hayashi, Y. and Uhira, K., 2008, The classification of active volcanoes in Japan by way of “volcanic activity indexes” based on the eruption histories for the past 10,000 years. *Quarterly Journal of Seismology*, 71, 59-78. (in Japanese)

Iguchi, M., Yamamoto, K., Miki, D., Takayama, T., Teraishi, M., Sonoda, M., Onizawa, S., Yagiwara, H., and Hirano, S., 2002, Recent ground deformation at Kuchinoerabu Jima volcano. *Annals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*, 45B, 601-608.(in Japanese)

Ishihara, K., 1999, Activity of Sakurajima volcano, Reports on Volcanic Activities and Volcanological studies in Japan for the period from 1995 to 1998, 4-8.

Kartadinata, M.N., Okuno, M., Nakamura, T., and Kobayashi, T., 2002, Eruptive history of Tangkuban Perahu Volcano, West Java, Indonesia - A Preliminary Report. *Journal of Geography (Chigaku Zasshi)*, 111,

- 404-409.
- Woodhouse, M.J., Hogg, A.J., Phillips, J.C. and Sparks, R.S.J., 2013, Interaction between volcanic plumes and wind during the 2010 Eyjafjallajokull eruption, Iceland. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, 118(1), 92-109. doi: 10.1029/2012JB009592.
- Yasuda, N., Kajitani, Y., Tatano, H., and Onodera, S., 2011, The economic influence on the civil aviation by the large scale eruption in Iceland. *Annals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*, 54A, 59-65. (in Japanese)
- Yun, S.H., Choi, E.K. and Chang, C.W., 2016, Selecting hazardous volcanoes that may cause a widespread volcanic ash disaster to the Korean peninsula. *Journal of Korean Earth Science Society*, 37, 346-358. (in Korean)

Received March 11, 2019

Review started March 21, 2019

Accepted March 28, 2019

부 록

Appendix 1. Variation in the number of volcanic activities on earth from 2001 to 2018

Year	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
The number of Erupted Volcanoes	70	73	67	79	88	77	75	89	89	84	84	92	97	87	104	98	79	83

Appendix 2. Comparison of Weekly Volcanic Activities on earth in 2017 and 2018

Date of 2017	Ongoing	New	Total	Date of 2018	Ongoing	New	Total
(2016) 12.28-1.3	6	10	16	(2017) 12.27-1.2	4	8	12
(2017) 1.4-1.10	6	13	19	(2018) 1.3-1.9	2	11	13
1.11-1.17	7	9	16	1.10-1.16	4	8	12
1.18-1.24	3	11	14	1.17-1.23	5	13	18
1.25-1.31	5	15	20	1.24-1.30	5	12	17
2.1-2.7	4	10	14	1.31-2.6	5	10	15
2.8-2.14	4	10	14	2.7-2.13	3	5	18
2.15-2.21	5	14	19	2.14-2.20	2	12	14
2.22-2.28	3	14	17	2.21-2.27	5	11	16
3.1-3.7	5	13	18	2.28-3.6	4	14	18
3.8-3.14	3	14	17	3.7-3.13	3	15	18
3.15-3.21	5	14	19	3.14-3.20	5	13	18
3.22-3.28	7	16	23	3.21-3.27	6	12	18
3.29-4.4	4	19	23	3.28-4.3	6	9	15
4.5-4.11	6	18	24	4.4-4.10	5	14	19
4.12-4.18	5	14	19	4.11-4.17	3	13	16
4.19-4.25	6	13	19	4.18-4.24	8	12	20
4.26-5.2	6	20	26	4.25-5.1	9	14	23
5.3-5.9	4	16	20	5.2-5.8	6	11	17
5.10-5.16	6	18	24	5.9-5.15	5	15	20
5.17-5.23	4	18	22	5.16-5.22	4	12	16
5.24-5.30	3	18	21	5.23-5.29	4	11	15
5.31-6.6	5	19	24	5.30-6.5	4	9	13
6.7-6.13	5	15	20	6.6-6.12	8	15	23
6.14-6.20	5	15	20	6.13-6.19	4	14	18
6.21-6.27	7	13	20	6.20-6.26	7	16	23
6.28-7.4	6	16	22	6.27-7.3	6	15	21
7.5-7.11	4	15	19	7.4-7.10	7	10	17
7.12-7.18	3	14	17	7.11-7.17	7	13	20
7.19-7.25	4	15	19	7.18-7.24	7	15	23
7.26-8.1	5	15	20	7.25-7.31	7	17	24
8.2-8.8	5	16	21	8.1-8.7	5	10	15
8.9-8.15	6	21	27	8.8-8.14	5	15	20
8.16-8.22	5	18	23	8.15-8.21	4	14	18
8.13-8.29	3	17	20	8.22-8.28	4	14	18

Appendix 2. Continued

Date of 2017	Ongoing	New	Total	Date of 2018	Ongoing	New	Total
8.30-9.5	4	19	23	8.29-9.4	3	17	20
9.6-9.12	4	17	21	9.5-9.11	3	11	14
9.13-9.19	3	16	19	9.12-9.18	5	15	20
9.20-9.26	5	17	22	9.19-9.25	6	16	22
9.27-10.3	3	16	19	9.26-10.2	7	14	21
10.4-10.10	3	16	19	10.3-10.9	8	14	22
10.11-10.17	6	16	22	10.10-10.16	8	12	20
10.18-10.24	4	11	15	10.17-10.23	3	15	18
10.25-10.31	5	14	19	10.24-10.30	3	15	18
11.1-11.7	3	19	22	10.31-11.6	2	17	19
11.8-11.14	3	13	16	11.7-11.13	2	13	15
11.15-11.21	3	11	14	11.14-11.20	4	9	13
11.22-11.28	2	12	14	11.21-11.27	5	15	20
11.29-12.05	5	11	16	11.28-12.4	3	17	20
12.06-12.12	6	16	22	12.5-12.11	2	14	16
12.13-12.19	7	12	19	12.12-12.18	4	12	16
12.20-12.26	5	10	15	12.19-12.25		*	

*: No data after the U.S. government shutdown

Appendix 3. Volcanic activity of major country (Japan, Russia, Indonesia, Philippines, and USA) in the circum-Pacific volcanic belts

Year	The number of world volcanic activity	The number of volcanic activity in major country				
		Japan	Russia	Indonesia	Philippines	USA
2001	583	16	78	111	40	72
2002	621	20	115	90	6	62
2003	579	13	94	91	10	67
2004	675	37	85	59	7	88
2005	761	21	112	56	11	122
2006	748	45	54	59	43	86
2007	786	30	125	68	11	82
2008	860	51	116	85	5	100
2009	912	97	139	116	12	70
2010	833	92	177	96	15	84
2011	770	86	172	129	25	90
2012	789	60	157	104	2	103
2013	819	65	244	102	4	63
2014	916	117	190	132	18	117
2015	1052	86	227	229	12	123
2016	979	52	197	191	19	74
2017	1024	68	167	157	9	148
2018	1094	125	125	147	25	52