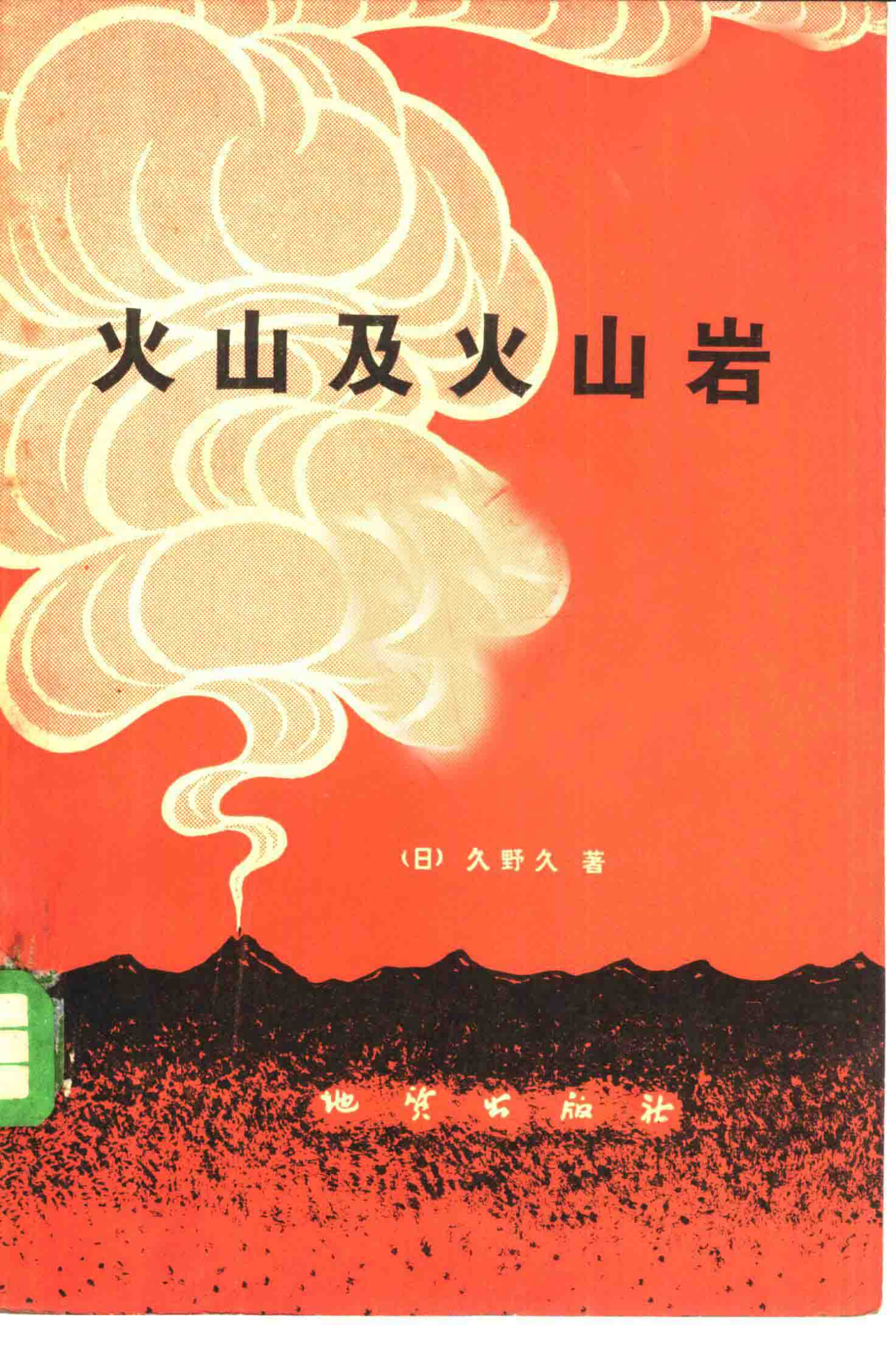




火山及火山岩

(日) 久野久 著

地质出版社

内 容 简 介

本书译自日文，原书在1954年第一次出版后，经作者历年增订，至1971年已出了十七版，本书按第十七版译出。

全书分两大部分，第一部分着重描述了世界主要火山地区的实际材料，使读者了解火山实地的地质现象和资料。第二部分着重从理论上介绍了火山岩的成因和分类。当前对火山岩的成因和分类方面，虽然有不同观点，但作者提出的看法有一定的参考价值。

本书适合地质工作者、地质院校的教师和学生参考。

火山及火山岩

久野久 著

刘德泉 译 校
常子文

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1978年8月北京第一版·1978年8月北京第一次印刷

统一书号：15038·新273·定价0.60元

序

日本列岛当中有很大一部分面积，被火山喷出的物质所覆盖。有关火山的构造、喷出物的性质，以及火山成因等方面的一般知识，不仅对日本的地质学者，特别是对与地质学有关学科的学生，和与矿山开采，土木工程有关的技术人员，都是比较生疏的。然而，有关火山技术方面的参考书，为数不多，几乎近于无书可读的状态。写作此书的目的，就是想弥补这方面的不足。

本书的第一篇，对火山的构造，分布，活动规律以及火山喷出物的野外观察性质等，给予叙述。在此，读者可以获得有关岩石分类，岩石名称的初步知识。

第二篇对火山喷出物的岩石学问题进行了论述。而有关火成岩成因论的详述，不作为本书的目的，又因本书的篇幅有限，对火山岩成因有关的最新学说，也只能作简要的介绍。首先，从这些成因论的立场出发，以此观点对火山岩分类加以阐述，并对日本产出的具有代表性岩石类型的显微镜下的性质予以概述，进而对诸岩石类型的地理分布，喷出顺序，地质学乃至火山学的意义加以叙述。

因为笔者深信，分类及其论述都首先涉及到对成因论所持的立场，故在叙述分类及显微镜下的性质之前，应对成因论给以介绍。

许多学者准予本书引用了未发表的资料，日本和美国的一些学者还为此书提供了一些岩石薄片鉴定的材料。

本书中论述的一些问题，经东京大学理学部地质学教研

室和地质系的同学们的讨论，给笔者提供了有益的意见，笔者在著书期间，这些意见起到了极大的参考价值。

对此，笔者向上述的学者、同事和同学们致深切的谢意。

笔 者

目 录

第一章 绪论	1
一、火山的定义	1
二、目睹的火山活动	2
三、火山及火山岩的研究	4
第一篇 火山的物质组成和构造	
第二章 火山的喷出物	9
四、火山气体	9
五、熔岩	11
六、火山碎屑物	17
第三章 火山的形成及构造	27
七、火山活动的形式	27
八、火山在形态和构造上的分类	36
九、火山活动的原动力	55
十、火山体的破坏	60
第四章 火山的地质时代及地理分布	62
十一、日本及其邻近地区火山活动的地质时代	62
十二、地球上的火山分布	67
十三、日本及其邻近地区的火山分布	69
第五章 地下的岩浆活动	78
十四、火山体内部及其下部的侵入岩体	78
十五、一般侵入岩体	85
第二篇 火山岩	
第六章 火山岩的成因	95
十六、由岩浆到火山岩	95
十七、火山岩的主要造岩矿物	98

十八、火成岩成因论概说	113
十九、硅酸盐熔融体的结晶作用	118
二十、鲍温反应原理	125
二十一、关于火山岩的混染作用	132
二十二、最近的火成岩成因论	138
第七章 火山岩的分类	159
二十三、火山岩的化学成分及其在成因上的意义	159
二十四、火山岩的一般分类法	173
二十五、根据铁镁矿物组合的分类法	180
二十六、主要岩石类型的显微镜性质	189
第八章 火山岩的时代及地理分布	201
二十七、火山岩的喷出顺序	201
二十八、岩石区	209

第一章 绪 论

一、火山的定义

地下深处存在着温度大约为 1000°C 的熔融状态的物质，这种物质称为岩浆。但是，岩浆并非呈层状包着整个地球，勿宁说局部地区才有岩浆。从漫长的地质时代来看，把岩浆看作是临时生成的较为妥当。岩浆喷出地表，其喷出物堆积成山，称为火山，但是在非常特殊的情况下，岩浆体本身并没有直接喷出到地表上来，而仅仅上升到地表附近，使地表现为某种异样地形，这也是火山的一种形式。

构成为火山，要经过种种过程。流动性大的岩浆，流出地表成为熔岩，可构成平缓的山形；而粘性大的熔岩，上升到地表可构成丘状山形。另外，溶在岩浆中的气体爆炸后，能使岩浆或既存的岩石破碎成碎片状，这种碎片喷出来亦可构成山。以上所讲的现象可在同一地点重复出现，因而构成山体的复杂构造及其形态。

如果岩浆在地壳内固结，即形成侵入岩体。某种侵入岩体乍看起来似与地表的火山活动无关，但实际上，某种侵入岩体不是与地表的喷出物有直接联系，就是通过各种事实，可了解到它与地表的火山活动有间接关系。所以，在探索地表火山活动本质时，不能不重视这种侵入岩体。

本书对这种地下的火山活动，也要给以论述。

二、目睹的火山活动

火山活动是使人类能够直接感到在地下深处确实存在着岩浆的唯一现象。所以自古代以来无疑是给人类留下最深刻的自然现象之一。自从近代科学突飞猛进以来，人类目睹的火山活动为数确实不少，而且火山活动的种类也是多样的。下面介绍几个最近发生而且最引人注意的事件。

墨西哥帕里库廷火山 墨西哥中部有一个叫帕里库廷的村庄。1943年2月，当地农民正忙于春耕的准备工作。在火山爆发前不久，人们常常感到有轻微的地鸣和地震。时间相隔不久，一天，一个农民正在地里劳动，突然发生了地震，同时伴随着巨大的声响，顷刻间田野发生了地裂，浓厚的尘烟从裂缝中滚滚而出，他在惊吓中奔跑寻找他的家属，但在浓烟中什么也看不见，他顾不得带到田里的农具，慌恐地向村子的方向跑去。所幸，全村的人在发生地震和地裂之际，都逃到较安全的地方。自此以后，此地的喷火现象从未停止，而喷火的强烈程度越来越大。在熔岩继续溢流和火山灰不停降落的过程中，帕里库廷村的大部分被熔岩淹没和覆盖。直到1952年春，喷火现象才停止。在这段时间里，此地区形成了一座约450米高的浅盆状火山和从山麓流下来的熔岩平原。美国和墨西哥的地质学者共同组织了一个委员会，对帕里库廷火山进行了全面研究，取得了丰富的研究成果。

日本北海道有珠火山的昭和新山 耸立在洞爷湖南岸的有珠火山，在1910年其北麓仍在喷火。在这次喷火后静置了很长一段时间。自1943年末——似乎和帕里库廷火山活动相呼应——山麓东南方的田地即开始慢慢的隆起，这种隆起后

来逐渐向偏北的地方移动。在1944年6月发生了第一次火山爆发。自此，不断地发生爆发与地面隆起，最后形成了高达150米的屋顶型山丘。此后即叫此新山为屋根山。1944年11月，从屋根山顶的中央开始拱起了火红的几乎是固体的熔岩柱。至1945年9月，在屋根山顶上又拱起了一个高110米的穹窿状的山峰，屋根山和山顶上的小山峰统称为昭和新山（图1）。至今，小山峰周围仍继续有气体喷出。日本的地球物理学家、地质学家和地球化学家共同进行了观察，并于最近发表了他们的综合研究成果。

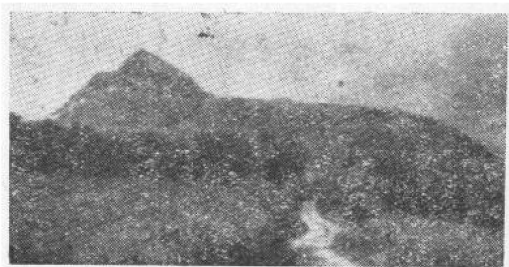


图1 昭和新山（从南向北眺望）

磐梯山 日本福岛县猪苗代湖北岸的磐梯山，于1888年7月15日晨，突然发生了爆发。在这次爆发前八十年（即1808年），虽曾有过一次小规模的活动，但在一千年之间没有发生过显著的喷火。1888年7月15日清晨爆发前后的情况，曾被居住在山中的一个九死一生的僧侣所目睹。喷火前没有什么明显的征兆，只是在爆发的前一天和爆发前约三十分钟，有轻微的震动之感。山腰的温泉出现了干涸，停止了溢流。突然的爆发伴随着强烈的地震，霎时间，浓烟滚滚上升，烟尘弥漫，天地昏暗，继而发生了山崩。山崩之后，在短促的时间内，爆发曾出现过几次间歇。这次的喷火现象，

完全是气体的爆炸，地面没有岩浆喷出的任何痕迹。由于气体的爆炸，致使旧磐梯山山体的北半部遭到破坏（图2）。

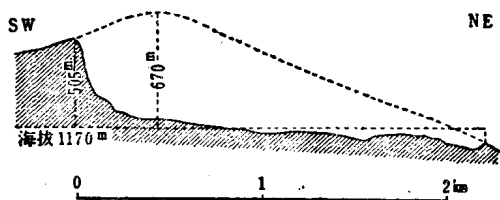


图2 磐梯山爆发前的山形（虚线）
和爆发后的山形（实线）

1213立方公里的物质因山崩而转落在北麓，村庄被崩落的山石所掩盖，农民伤亡惨重。这一惨事仅历时二、三个小时。因山崩河流被堵塞，因而在附近出现了小野川、秋元、桧原三个新的湖泊。

三、火山及火山岩的研究

上述火山活动，科学家们是以什么方法进行研究的呢？

地球物理学家以各种精密仪器对火山内部及地表的不断变化进行观测。譬如，用地震仪测寻地下的震源。同时测量和记录肉眼不能察觉的地面微量升降。

地球化学家对火山的喷出物，特别是对火山气体中沉淀的各种升华物进行分析，并以此推断出内部发生的化学反应。

地质学家也要对喷出物——特别是熔岩和火山灰——的性质和活动形式进行研究，并与火山过去的喷出物和活动形式进行比较。从火山的诞生来看它具有什么意义的活动。

这些研究方法，完全和医生对病人进行诊断一样。以听诊器去听，以手去诊断脉象，或检验排泄物和血液，或调查病史等，根据这些资料来判断疾病。为了彻底查明疾病的根源，当然最好是能对病人进行解剖。但对病人进行解剖是不可能的，只能从多数尸体解剖中所得的知识供医生参考。

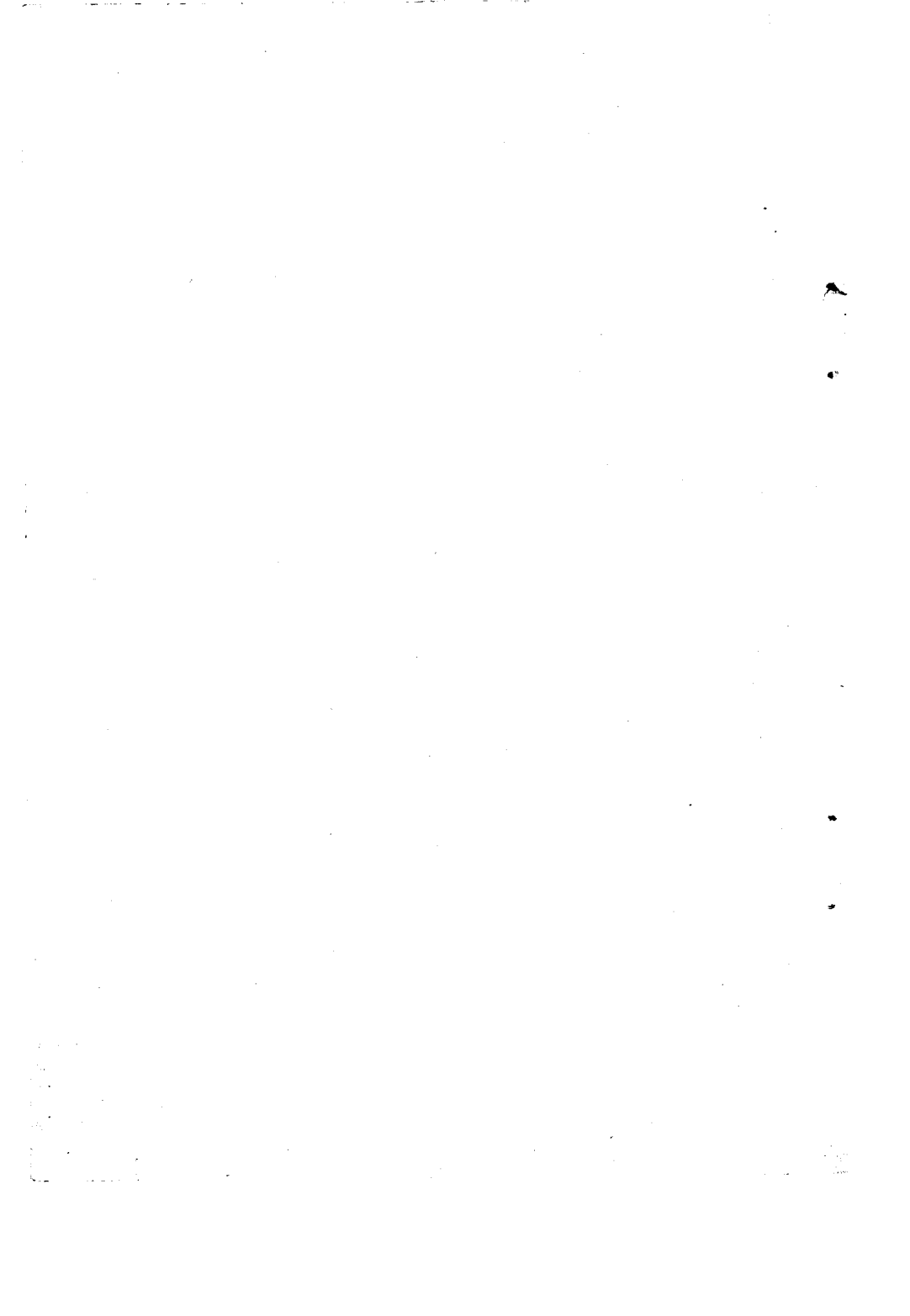
地质学者为了探明活动着的火山体的内部状态，以及熔岩的源地正在产生什么现象，因此对死火山就有必要进行解剖。即必须对因侵蚀作用把内部构造露出了的火山，或者对能代表其下部的侵入岩体进行研究。如果能阐明这种火山体是经过什么途径形成的，以及其喷出物的性质随时间又是怎样变化的话，那么就可知地表的喷火现象和地下的熔岩根源地——岩浆库 (magma reservoir)——在物理化学变化方面是什么样的关系。

本书的目的在于综合从解剖这些死火山中所得的知识，而对火山活动并未详加论述。

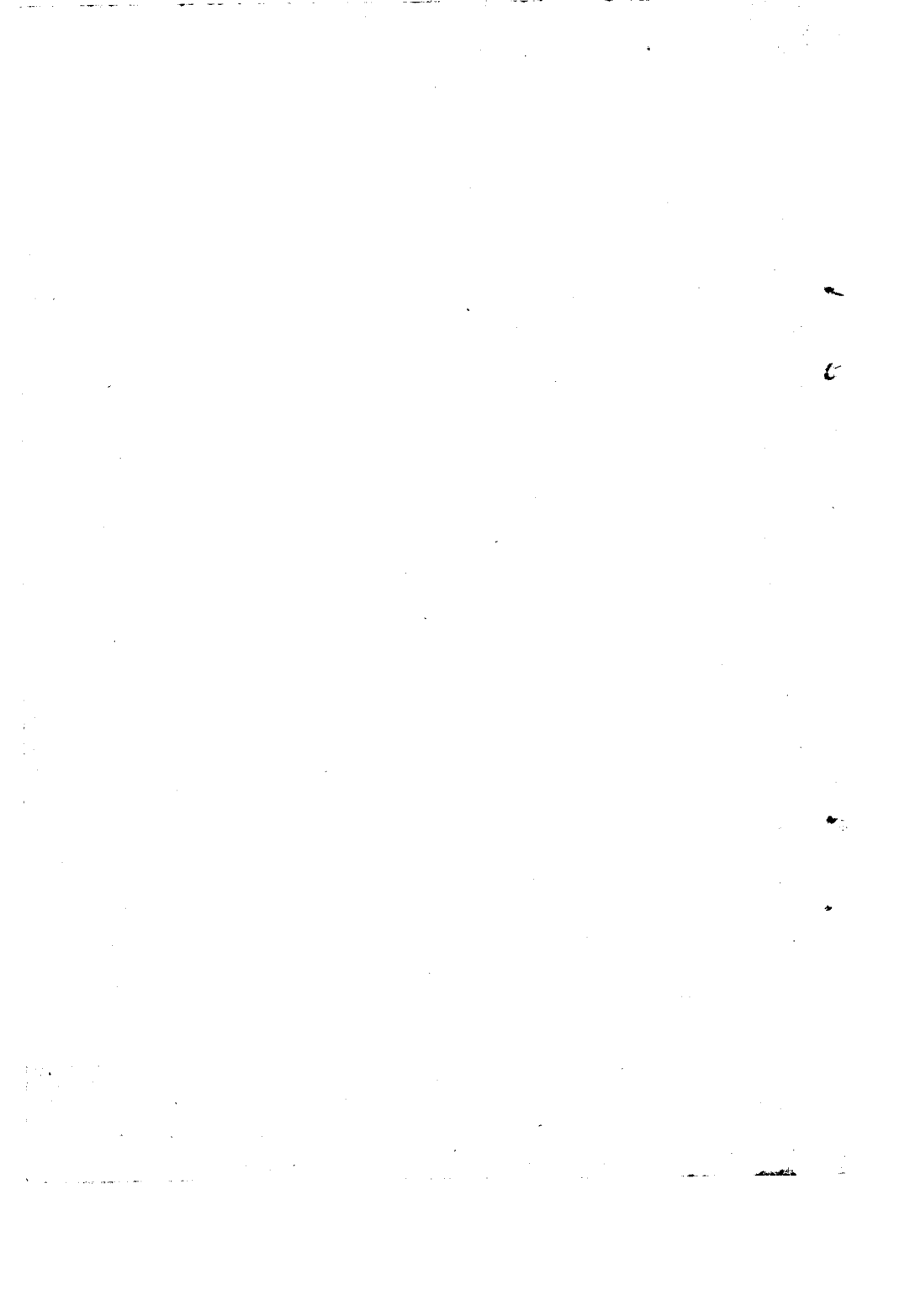
地质学者研究死火山和侵入岩体的最终目的，不仅是为了解释现在的火山活动；而是想通过火山现象说明在地壳所产生的内在现象，也就是岩浆与地壳之间发生的相互作用，为了适应这一目的，书中搜集了大量与此有关的基础知识。

地质学者有关这方面的研究，大致分为两大部分。首先，根据火山体的实地勘查，来阐明火山构造、喷出物的喷发顺序、火山的位置与其周围地质构造的关系和喷发的时代等。其次，根据对所采集的喷出物的实验室研究——例如镜下研究或化学分析等——来说明其本质和成因，同时把野外调查结果考虑进去，来判明岩浆库内部所发生的变化。

本书第一篇以第一部分为主题，第二篇则以第二部分为主题。



第一篇 火山的物质 组成和构造



第二章 火山的喷出物

四、火山气体

若要了解地下岩浆的化学成分，我们除了对直接可以取样的火成岩——特别是火山岩——进行化学分析外，没有其它更好的方法。但这一方法只能求得常温下固体的成分，象 H_2O 和 Cl_2 这样在低温下也容易挥发的成分，在火成岩分析结果中通常只占 1 % 左右。然而，从火山喷火时放出大量气体这一事实，不难推测出岩浆中含有大量挥发性物质。例如某种玻璃质火山岩（一般称为松脂岩）中含 7 % 左右的 H_2O ，这被认为它是在岩浆固结时残留在玻璃中的。但这是一种个别现象，一般火成岩只能代表失掉挥发成分后剩下的岩浆成分。

岩浆中的挥发性物质，是决定岩浆物理化学性质的重要因素之一，而且对岩浆同外部物质所发生的各种作用——例如，与所接触的岩石所发生作用——也有很大的影响。特别是火山喷火一般都是由这种挥发性物质的力量所引起。

挥发性物质究竟有多少种类？而且在岩浆中占多大比例？对此我们可直接从火山口喷出的气体求得。

分析火山气体是非常难的一项工作。希菲德（Shepherd）曾对威夷夏基拉韦厄（Kilauea）火山的火口熔岩（玄武岩）池中放出的气体进行过研究，其分析结果如表 1 所示。

表 1 基拉韦厄火山的气体化学成分
(在1200℃时的体积百分比)

CO ₂	CO	H ₂	N ₂	Ar	SO ₂	SO ₃	S ₂	Cl ₂	H ₂ O
47.68	1.46	0.48	2.41	0.14	11.15	0.42	0.04	0.04	36.18
11.12	3.92	1.42	—	0.51	—	—	8.61	0.02	77.50
2.65	1.04	4.22	23.22	沉淀	0.16	—	0.70	沉淀	67.99
17.95	0.36	1.35	37.84	沉淀	3.51	—	0.49	沉淀	38.48
33.48	1.42	1.56	12.88	0.45	29.83	—	1.79	0.17	17.97
6.63	0.22	0.15	2.37	0.56	3.23	5.51	0.00	1.11	80.31
5.79	0.09	0.00	7.92	沉淀	4.76	2.41	0.00	4.08	75.09
1.42	0.05	0.08	0.68	0.05	0.51	0.00	0.07	0.03	97.09

希菲德对上述分析进行总结后说,基拉韦厄火山气体中平均H₂O占70%,其次为CO₂,再其次为SO₂,其它则为Cl₂、CO、H₂、N₂等。如表所示,这些成分的含量,随时间和地点有明显的不同。其中大部分H₂O可能都直接来自岩浆。因为此熔岩池在相当长的期间内,一直在继续活动,雨水在表面已全部被蒸发,而长期不断地放出的大部分气体最终还是来自岩浆。

另外,由于气体中CO₂、H₂、S₂等的燃烧,喷出地表的熔岩也有可能被暂时加热,但这些可燃性气体所占的量却很少,由燃烧所生成的热量,远不如因熔岩冷却而失去的热量。所以很难说喷出地表的熔岩经上述作用就比地下的温度要高多少。但如下节所述那样,由于气体的燃烧,有时能使熔岩池的表面产生高温。

此外还分析了几个其它火山的气体。但被怀疑这些气体中混入有来自大气中的H₂O和气体,或者是岩浆在地下混入了其它岩石(特别是沉积岩)的结果,所以有必要考虑后者中物质的影响。

对已固结的火山岩加热，也可放出少量的气体。这些气体虽然绝大部分是岩浆中的气体残留下来的，但也有一部分是来自地下水的。另外在所谓岩浆的气体中，其实也可能含有当岩浆上升到地表途中，从围岩（例如沉积岩）中混入进来的水。总之，从固结火山岩所得的许多气体分析值来看，其中大多数都含70%以上的 H_2O 和较多的 CO_2 ，这点与从基拉韦厄火山口直接所取气体的成分是一致的。但看不出与火山岩的化学成分有什么一定的关系。而且，同一个火山的岩石，其气体的组成也是参差不齐的。

五、熔 岩

熔岩既是火山喷出物的主体，同时也是最能表达地下岩浆的原来形态的。所以，熔岩的温度和粘性等测定值是推断地下岩浆的物理性质最有力的资料。

熔岩温度 迄今对各地火山喷火时流出的熔岩进行了大量的温度测定。今把主要的列于表2。

表 2 熔岩的温度和粘性

火 山	喷 出 年	岩 石	温度(°C)	粘 性 (C.G.S)
樱 岛*	1946	安 山 岩	950	10^8-10^9
有珠昭和新山	1945	英 安 岩	1000	10^{11}
帕里库廷	1945—1946	玄武岩质安山岩	1070	10^5-10^6
三 原 山	1950	玄 武 岩	1100—950	10^5-10^7
	1951	玄 武 岩	1200—1150	10^8
莫纳洛阿火山 (夏威夷)	1950	玄 武 岩	1110—950	?
	1887	玄 武 岩	?	10^4

* 日本樱岛的熔岩粘性测定不是1946年的熔岩