北海道における第四紀火山碎屑物の分布とその編年

山田 忍*・勝井 義雄**・近堂 祐弘***

Distribution and Chronology of the Quaternary Pyroclastic Deposits in Hokkaido

Shinobu YAMADA*, Yoshio KATSUI** and Yuko KONDO***

Hokkaido Island has been a site of intense volcanic activity during Quaternary period through which 36 volcanoes have erupted along the inner zones of the Kurile arc and the Honshu arc. A number of Quaternary pyroclastic are widely distributed in this island, and vast pyroclastic plateaux are also developed around calderas. As shown in Fig.1, most of the ash-fall deposits of Pleistocene as well as those of Holocene were accumulated on the eastern side of the volcanoes, which may give an important information on the atmospheric circulation in the past. Pyroclastic flow deposits around the calderas are so widely developed that they are useful in Quaternary geology not only as important time-makers like ash-fall deposits but also as excellent indicators of old topographies. Tephrochronological studies on these pyroclastic deposits have been carried on by pedologists, geologists, archaeologists and geophysicists, since 1933. This paper is a summary of these studies. (Fig.1 and Table 1)

In early Pleistocene, a tremendous amount of rhyolite pumice-flow were erupted from the central highland of Hokkaido where a major volcano-tectonic depression was formed through this violent activity. Then, a number of dacite pumice-flows accompanied by ash-falls was issued from several calderas. Most of them were erupted in glacial periods of middle Pleistocene.

During the last interglacial period, volcanic activities were rather quiescent. Then, in the last glacial period, violent activities of dacite pumice-eruptions took place again, and most of the calderas in Hokkaido completed their formation in this period. Some pyroclastic falls of this period embedded fossil forests composed of *Picea jezoensis*, and covered lower terrace deposits, from which *Mammonteous*

* 帯広畜産大学土壌学教室。 Dept. Pedology, Obihiro Zootechnical Univ.

** 北海道大学理学部地質学鉱物学教室。 Dept. Geol. Miner., Hokkaido Univ.

*** 北海道開発局。 Hokkaido Development Agency

(1963. 3. 5 受付)

primigenius primigenius was discovered. Some pumice-flow deposits swept over the middle and lower terraces and buried pre-existing valleys, which were formed by a glacio-eustatic regression and reached scores of meters or more below the present sea level.

Volcanic activity in Holocene has been confined to small areas near the Pleistocene volcanoes, especially within calderas, and it was interrupted by two quiescent periods, 5000—2000 years B. P. and 1000—500 years B. P. respectively. Most of the pyroclastic materials of Holocene are of andesite. Owing to the Jomon transgression which reached about 10m high from the sea level, ash-falls of early Holocene were not accumulated as a primary deposit in alluvial plains near the sea coast. Most of the volcanoes constructed in Holocene erupted during the last 500 years. Detailed tephrochronology of the younger pyroclastic deposits may substitute for historic records of volcanic activity, because no reliable records older than 300 years B. P. are available in this island.

1 ま え が き

北海道には、千島弧および北本州弧の内帯に沿って、多数の第四紀火山が分布しており、これらの火山噴出物は、北海道の面積の約半分を被覆している。

1933年、北海道農業試験場の浦上・山田・富樫・長沼らは、札幌一苦小牧低地帯に分布する火山灰の一層々々について追跡し、それらの分布・層位・噴出源・年代などを明らかにした。この仕事は、火山灰地の農業開発の基礎調査として行なわれたものであるが、同時に日本における tephrochronology の先駆でもあった。その後、この研究は、山田(1940, 1951, 1958) および瀬尾(1951) などによって続けられ、北海道における洪積世の火山灰に関する詳細な知識が与えられた。

戦後、湊(1955 a) によつて、北海道の第四紀の諸問題のなかで占める火山灰の重要性が強調され、北海道大学の石川ら(1955, 1957)、湊ら(1953, 1955b, 1959 a・b)、橋本(1954)、北川(1956)、勝井ら(1958, 1959, 1961, 1962, 1963)、石井・近堂(1962)、鈴木(1962)、高橋(1960)、北海道地下資源調査所の齊藤ら(1952, 1953, 1956)、土居ら(1953, 1955, 1956 a・b・c, 1957, 1962)、酒匂・長谷川(1957)、地質調査所北海道支所の佐藤ら、白滝団体研究会および石狩低地帯研究グループのメンバー、その他多くの人々によつて、洪積世以降の火山碎屑物の研究が行なわれた。

これらの研究によつて、北海道では降下火山灰のみならず、多量の火山碎屑流堆積物が広大に分布しており、こうした大規模な噴火に伴つて多くのクラカトア型カルデラが形成していることが明らかとなつてきた。tephrochronologyなる語をはじめて提唱した Thorarinsson の母国アイスランドでは、降下火山灰が主要な time-marker として注目さ

紀対年代 B.P. 1760 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 10000	時代	北海道	東部	北道東中部
1760	沖積期	厚岡火山	阿寒火山	大雪山
100		中央火口	阿寒火山	大雪山
200		中央火口	阿寒火山	大雪山
300		中央火口	阿寒火山	大雪山
400		中央火口	阿寒火山	大雪山
500		中央火口	阿寒火山	大雪山
600		中央火口	阿寒火山	大雪山
700		中央火口	阿寒火山	大雪山
800		中央火口	阿寒火山	大雪山
900		中央火口	阿寒火山	大雪山
1000	沖積期	厚岡火山	阿寒火山	大雪山
2000	洪積期	厚岡火山	阿寒火山	大雪山
3000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
4000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
5000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
6000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
7000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
8000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
9000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
10000		厚岡火山	阿寒火山	大雪山
		立川期	厚岡火山	阿寒火山
	武蔵野期	厚岡火山	阿寒火山	大雪山
	下末吉期	厚岡火山	阿寒火山	大雪山
	世	厚岡火山	阿寒火山	大雪山

れているけれども、上述の火山碎屑流の噴出・堆積の様式に注目すれば、time-marker としてばかりでなく、かつての地形面の復原や水陸の分布を明らかにすることも可能である。北海道では、このような火山碎屑流堆積物の示準的・示相的役割りにも注目する必要がある、すでにこうした研究も行なわれてきた（湊ら、1959 a・b；勝井、1958, 1959）。

最近、tephrochronology を使つて、平野から逆に火山まで噴出物の追跡が行なわれ、火山形成史と平野におこる地史とのむすびつきが、次第に明らかとなりつつある（勝井、1962・1963；近堂、1963；曾屋、1963）。火山灰の年代推定については、層序学の方法のほかに、噴火の古記録・植生・年輪・泥炭層の発達状態・人類遺跡との関係などが使われてきた（河野、1932；山田、1940・1958；勝井、1962）が、戦後は ^{14}C 法のうらづけが可能となつてきた（Rubin & Alexander, 1958；Katsui, 1963）。一方、火山灰の風化過程についても、佐々木（1960）、石井ら（1962）および近堂（1963）によって、アロフェンから加水ハロイサイトへの結晶化系列が確かめられ、粘鉱土物学的尺度についての検討が行なわれている。この場合、火山灰の母材の性質や堆積の状態によつて、粘土化の様式に相異のあることも注意されてきた。また、火山噴出物の自然残留磁気については、年代論の上から注目され（白滝団研、1963）、さらに地質学的温度計としての立場からも、鈴木（1962）によつて研究が進められている。

本文は、以上の業績のうち、火山碎屑物の年代と分布を、第1表および第1図に概念的にまとめたものであつて、洪積世末～沖積世に関しては詳細に記載してあるが、洪積世初期中期に関しては、検討の余地があり将来の研究に期待したい。

このまとめに当つては、北海道大学の石川俊夫・湊正雄・橋本誠二の各教授をはじめ、松井愈・大場与志男・岩永将暉・河内晋平・曾屋竜典の諸氏、北海道開発局の北川芳男氏、熊本大学の高橋俊正氏、地質調査所北海道支所の佐藤博之および北海道地下資源調査所の土居繁雄氏らの御教示を得た。厚くお礼申上げる。なお文末の参考文献は、紙数制限のため、北海道の tephrochronology に関する主要な論文のみをあげてある。

2 洪積世の火山碎屑堆積物

北海道の下部洪積層を代表する釧路層・白滝層・池田層および野幌層の堆積物中には、かなり多量の火山碎屑物が含まれており、池田層や白滝層中には、中央高地からの流紋岩質熔結凝灰岩が挟在している。このうち、十勝熔結凝灰岩は、北海道で最も大規模な火山碎屑流堆積物で、この噴出直後、火山構造的凹地が形成されている。これら（およびこれ以降）の熔結凝灰岩の自然残留磁気は、すでに正常位に帯磁している。一方、道南のクッタラカルデラ周辺には、下部洪積層の登別層に被覆される降下軽石および熔結凝灰岩が分布している。

下部洪積層の上位には、屈斜路・阿寒・十勝・洞爺などのカルデラ周辺に、広く火山

碎屑流堆積物が分布している。これらはいづれも単一の噴出物ではなく、降下軽石・火山灰を伴う数回にわたる噴出物で、それらの間には多くの場合、連続性に乏しい砂礫層や化石土壤が挟在する。この頃からすでに、火山灰の分布の東偏性は認められており、当時の上層の風向を指示しているが、各層別の分布は未だ追跡されていない。以上の火山碎屑物の多くは、陸上の堆積物で、恐らく洪積世中期の氷期に噴出したものであろう。

上述の火山碎屑流堆積物を切って、標高 20～50m の顕著な段丘面を形成する砂礫層が、全道各地の海岸地方に発達している。これらは、札鶴層（杉本・長谷川, 1959）、美幌層（勝井・佐藤, 1963）、釧路砂礫層・帯広層（第四紀綜研, 1962）、西の里層（石狩低地帯グループ, 未公表）および古武井層（中川, 1961）などと呼ばれるものであつて、その堆積面は阪口（1959）の C 面に略相当し、関東地方の下末吉面に対比される。この時期の火山活動の様子については、よく判っていないが、大規模な火山碎屑流の活動は認められていない。

ついで、洪積世末期に入り、屈斜路およびアトサヌプリ、大雪およびお鉢、支笏などのカルデラ形成の活動が行なわれた。洞爺および濁川のカルデラ形成もこの頃まで続いたかも知れない。屈斜路のような巨大カルデラでは、洪積世中期末期にかけて、少なくとも10回におよぶ火山碎屑流が噴出し、結果として直径26×20kmの本邦最大のカルデラが形成している。一方、やや小規模なアトサヌプリや支笏カルデラでは、カルデラ形成の時期が短かく、洪積世末期にかぎつて行なわれている。この時期のものについては、火山碎屑流に先だつて噴出した降下軽石・火山灰の分布も、2・3詳細に追跡されている。支笏降下軽石堆積物（Spfa 1）は、石狩一苦小牧低地帯で標高数 m（～以下）にあるエゾマツを主とする美々化石材を埋積し、エリモ岬では *Mammonteus primigenius primigenius* を産した小越層の直上を被覆し、さらに十勝平野にまで広く分布し、重要な time-marker となつている。当時、最終氷期で、eustatic な海面降下が行なわれていたことは疑いなく、この降下軽石の直後に噴出した軽石流（Spfl）は、苦小牧の東方で、沖積層の表面下数 10m に、当時の谷をうずめて流下していることが確認されている。花粉分析によつて知られた美々化石林の林相も、むしろ寒冷な気候を指示している。一方、大雪山のお鉢カルデラの降下軽石（Sopfa）も、エゾマツの化石林を埋積し、その直後に噴出した軽石流（層雲峡熔結凝灰岩）は石狩川沿いに流下している。また、道南の熱帯熔結凝灰岩の下位には樽岸石器群の層準があり、上位には狩太石器群が発見されている。2つの石器群は無土器文化に属するもので、前者は Aurignacean に対比されている。

以上を通覧して、顕著な火山碎屑流の噴出は、主として氷期に行なわれ、多くのカルデラの最終形成は、洪積世末期に行なわれたとみることもできよう。氷期とこうした火山活動との対応は、湊（1954）によつて論ぜられている。一方、大規模な流紋岩質火山

碎屑流の噴出は洪積世初期に限られ、中～末期では主として石英安山岩質火山碎屑流が卓越し、あとにつづく沖積世においては、火山灰も火山碎屑流も大部分が安山岩質となつてしまうのである。

3 沖積世の火山碎屑堆積物

沖積世に入ると、洪積世の火山群の中心または周辺、とくにカルデラ内に火山活動が行なわれた。その規模は、洪積世のものに比べて、一段と縮小している。これらの噴出物については、上述のように、北海道全体として、系統的な調査がゆきわたっている(第1表・第1図参照)。沖積世の火山噴出物は、道東および道南部を通じて、2つの顕著な腐植層の挟在によって、3期に分けられる。

沖積世初期においては、摩周・有珠・駒ガ岳などの諸火山は、やや苦鉄質の熔岩を噴出し、成層火山を形成していた。一方、雄阿寒岳、恵庭岳などは、多量の降下軽石を噴出していた。その後、摩周火山は、やや珪長質マグマの活動に移り、降下軽石の噴出にはじまり、軽石流の流出に終るはげしい噴火によつて、クラカトア型のカルデラ形成を行なつた。

その後、縄文時代中期～後期にかけて、北海道全体が火山活動の休止期に入る。このとき形後された厚い腐植層は、道東・道南を通じてよく発達し、この層準から多くの人類遺跡が発見されている。当時は、縄文海侵が続いており、新石器汀線近くでは、多くの貝塚が発見されている。むろんこうした海岸平野には、当時までの沖積世火山灰は、一次的堆積物として残されていない。

ついで、1,000～2,000年前頃、以上の腐植層を被覆して、再び多くの火山灰が堆積している。この時期には摩周火山の中央火口丘が形成し、アトサヌプリの新しい熔岩円頂丘群が噴出し、阿寒富士、旭岳が噴出し、十勝岳は晩期の、そして樽前山は Tc 期の活動を行なっている。有珠・駒ガ岳は山体の破壊活動を行ない、恵山、渡島大島の中央火口丘が活動している。このときは、すでに縄文海侵も終りをつげ、海岸線は現在に近づき、沖積平野にはじめて一次的にこれらの火山灰が堆積している。

その後、約500～1,500年前にわたつて、再び火山活動の衰退期がある。この時期の腐植層からも、やはり人類遺跡が発見されている。

最後に、約500年前から今日までの多くの火山活動の行なわれる時期をむかえる。北海道では、噴火記録の最も古いものでも約300年を溯るにすぎない。しかし、最近における tephrochronological works と古文書の解釈によつて、この最後の活動期の噴火の詳細が知られるようになった。この時期に活動した火山は、摩周岳(カムイヌプリ)・アトサヌプリ・雄阿寒岳・旭岳・十勝岳・樽前山・有珠岳・駒ガ岳・恵山・渡島大島などであつて、沖積世に生じた新生火山の大部分がここでも活動していることは注目すべきであろう。北海道のような歴史の浅いところでは、tephrochronology が古記録の

DISTRIBUTION OF THE QUATERNARY PYROCLASTIC DEPOSITS IN HOKKAIDO

役割を演じていることも強調されてよい。

参 考 文 献

- 土居繁雄・小山内熙 (1955) 地球科学, **23**, 1—6. 土居繁雄・小山内熙 (1956) 地質雑, **62**, 1—7. 土居繁雄 (1957) 5 万分の 1 地質図幅説明書「樽前山」, 北海道開発庁. 土居繁雄・国府谷盛明・藤原哲夫・長谷川潔 (1962) 北海道地下資源調査所報告 (附録) **26**. 橋本誠二 (1954) 5 万分の 1 地質図幅説明書「御影」北海道地下資源調査所. 石井次郎・近堂祐弘 (1962) 地球科学, **62**, 29—45. 石狩低地帯研究グループ (1962) 第四紀研究, **2**, 196—204. Ishikawa, T. and Minato, M. (1955) Actes du IV Congres de INQUA, 1953, 1—8. Ishikawa, T., Minato, M., Kuno, H., Matsumoto, T. and Yagi, K. (1957) Proc. 20 th Intern. Geol. Cong. (1956) Sect. I, 137—150. 石塚喜明・瀬尾春雄他 (1953) 北農試土性調査報告, **2**. 貝塚爽平 (1956) 地理評, **29**, 232—239. 金森定敏 (1958) 郷土の科学, **22**, 3—4. 勝井義雄 (1958) 地質雑, **64**, 379—385. 勝井義雄 (1959) 火山, **2** 集, **4**, 33—48. 勝井義雄 (1962) 5 万分の 1 地質図幅説明書「屈斜路湖」北海道開発庁. Katsui, Y. (1961) J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV, **11**, 1—58. Katsui, Y. (1963) J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV, **12**. (in press) 勝井義雄・佐藤博之 (1963) 5 万分の 1 地質図幅説明書「藻琴山」北海道開発庁. 北川芳男 (1956) 北海道土壤肥料研究通信, **13**, 12—14. 近堂祐弘 (1963) 地質雑, **69**, (印刷中) 河野広道 (1932) 人類雑, **47**, 165—177. 湊正雄 (1954) 後氷期の世界, 築地書館. 湊正雄 (1955 a) 科学, **25**, 108—116. Minato, M. (1955 b) Bull. Earthq. Res. Inst., **33**, 433—436. 湊正雄・長谷川美行 (1959 a) 地質雑, **65**, 66—70. 湊正雄・石井次郎・熊野純男 (1959 b) 地質雑, **65**, 209—221. 中川久夫 (1961) 第四紀研究, **2**, 9—14. Rubin, M. and Alexander, C. (1958) Science, **127**, 1476—1487. 太田良平 (1956) 5 万分の 1 地質図幅説明書「虻田」, 地調. 齊藤昌之・小山内熙・酒匂純俊 (1953) 5 万分の 1 地質図幅説明書「登別温泉」, 北海道地下資源調査所. 齊藤昌之・藤原哲夫・石山昭三・松井公平 (1956) 5 万分の 1 地質図幅説明書「留寿都」, 北海道開発庁. 阪口豊 (1959) 地理評, **32**, 401—431. 酒匂純俊・長谷川潔 (1957) 5 万分の 1 地質図幅説明書「十勝川上流」, 北海道開発庁. 佐々木清一 (1960) 北海道土壤地理論, 札幌. 瀬尾春雄 (1951) 北農試土性調査報告, **1**. 瀬尾春雄・佐々木竜男ほか 4 名 (1963) 北農試土壤調査報告, **13**. 白滝団体研究会 (1963) 白滝遺跡の研究, 札幌. 鈴木建夫 (1962) 北大地物報, **9**, 1—10. 高橋俊正 (1960) 北地要報, **39**, 7—18. 浦上啓太郎・山田忍・長沼祐二郎 (1933) 火山, **1**, 44—60. 浦上啓太郎・富樫利八・長沼祐二郎 (1933) 火山, **1**, 81—94. 浦上啓太郎・山田忍・深井強 (1938) 火山, **3**, 50—64. 山田忍 (1940) 土肥雑, **14**, 673—702, 747—762. 山田忍 (1958) 地調研専專報, **8**, 1—40. 山田忍・近堂祐弘 (1959) 土肥雑, **29**, 449—453. 山田忍・田村昇市・近堂祐弘土肥雑, **29**, 489—493.