

かメールが相次いで届いていたらしい。しかししばらくの間、自宅には電気も通ぜず、私自身知る由もなかった。

そもそも私が白頭山研究に関わり始めたきっかけは、それまでの職場から東北大学東北アジア研究センターに移るに際して

“東北アジア”、“国際共同研究”、そして“文理連携”のキーワードを軸とした研究をすることが求められたからである。以前の研究はマグマ物性や火山爆発現象の物理など、求められた研究キーワードとはかなりかけ離れた内容であった。そのため

要望を満たすべく新しい研究テーマを考えざるを得なくなった。そこで浮かんだのが当時、都立大学の町田 洋教授ら（町田, 1992）が提唱された“白頭山の 10 世紀噴火と渤海王国の滅亡”のシナリオであった。このシナリオの正否ばかりでなく、火山としての白頭山そのものについて活動史を含めあまりはっきりしていないので、中国や北朝鮮の現地調査や文献調査によって白頭山そのものも理解しようと考えたのである。



第2図 東日本大震災時、自宅のある塩釜を襲う津波

1. 白頭山の概要

(1) 話の始まり

町田教授らによる“白頭山 10 世紀噴火と渤海王国の滅亡”のシナリオの内容についてはご存知の方も多いと思われるが、若干説明しておく。町田らによって北海道の苫小牧や青森県の八甲田湿原において、915 年の十和田火山の噴火による火山灰を、若干の土壌を隔てて覆う起源未知の火山灰 (B-Tm 火山灰, Baitoushan-Tomakomai tephra) が発見された。この火山灰の分布の様子や化学組成などに基づいて、彼らは 10 世紀頃の白頭山における大噴火によるものと結論した。その頃、白頭山周辺では大変栄え



第3図 八甲田における B-Tm 火山灰

“海東の盛国”と呼ばれた渤海国があったが、

926 年、近くに住んでいた半農半牧の民族“契丹”

によって短期間の間に滅ぼされた。そのため町田らは渤海の滅亡の原因を白頭山の噴火に

よる可能性があるのではないかと推論したのである。

(2) 白頭山の位置、周辺地域の地形・地質と火山の分布

ではまず白頭山の位置と周辺地域の地形・地質について見ておこう。白頭山は中国と北朝鮮との国境にあり、鴨緑江、豆満江、そして松花江という3大河川の源流域ともなっている。

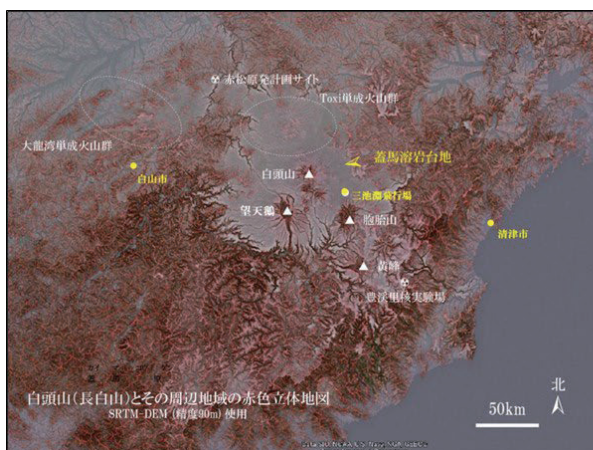


日本との関係から言うと東方約1130kmに苦小牧が、また古文書に関連記述が現れる京都は南東方向約1060kmに位置している(第4図)。この位置関係は、後に記す日本の古文書中に現れる噴火に関連したと考えられる“異常事象”を考える上で重要である。

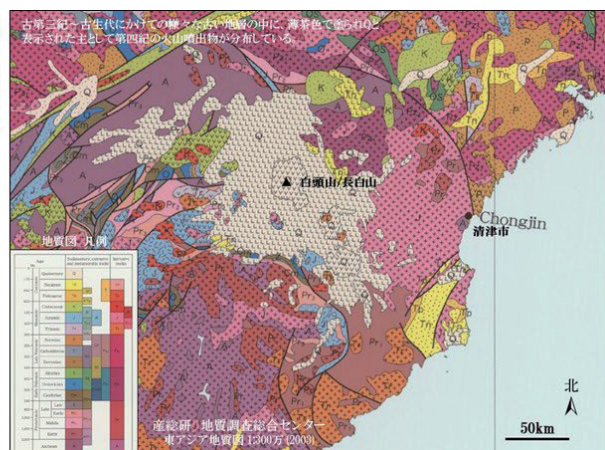
研究を始めた当初、中国と北朝鮮とにまたがる白頭山全体の地質や火山活動史を、充分整理

第4図 日本における関連地域(赤印)との位置図

しまとめた文献が見当たらなかった。そのためアジア航測に、スペースシャトル(SRTM-DEM、精度90m)とテラ衛星(ASTER-DEM、精度30m)の撮影に基づく数値標高モデル(DEM)を用いた赤色立体地図を作成していただいた。一般に火山地質の調査をするとき、調査に行く前、現地の1小領域あたり2枚の空中写真を立体視して地形を判読し、地質や活動史などを考察する。しかしそれに必要な空中写真は中国や北朝鮮では入手できず、また現地への立ち入りができない地域も多いため、代わる方法として赤色立体地図を準備したのである。

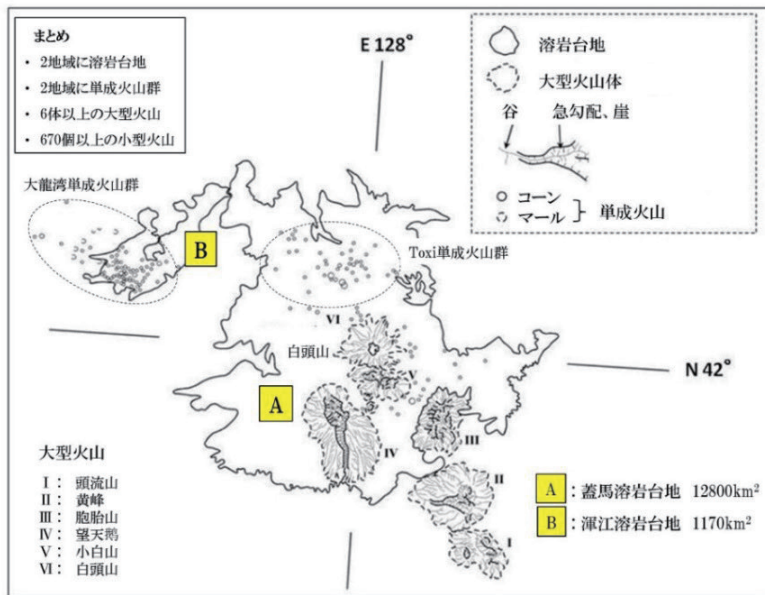


第5図 白頭山周辺の赤色立体地図



第6図 産総研による白頭山周辺の地質図

第5図には調査地域の SRTM-DEM による赤色立体地図を、第6図には2003年になって公表された日本の産総研による地質図を示している。地質図には太古代～新生代古第三紀に



かけての様々な古い地層の中に、白頭山を中心とし、薄茶模様で塗られQと表示された主として新生代第四紀の火山噴出物が分布していることが示されている。基盤岩と新しい火山噴出物の分布は赤色立体地図にも明確に現れており、両者の分布は一致している。このことから赤色立体地図を用いて、白頭山を乗せ北朝鮮から中国にか

第7図 白頭山とその周辺地域における火山体の分布

けて分布する蓋馬高原上の新しい時代の火山分布と活動を検討することの意義は明らかであろう。第7図には火山分布に関して判読した結果を示す。白頭山は大規模な玄武岩質の蓋馬溶岩台地の中心部に聳え、ここから小白山や頭流山などの古い大型火山体が北東走向で配列している。更に、この北方向の延長線上には噴石丘からなる単成火山が群れをなして形成されている。北朝鮮ではこれらの火山体の分布を白頭火山列と呼び、以前からその分布について調査がなされてきた（朝鮮民主主義人民共和国科学院・人文科学院、1993）。図中の火山の中で有史時代に噴火活動が確認されているのは、白頭山以外、蓋馬高原から外れた位置にある大龍湾単成火山群で記録が残されている。これらの分布と活動時期については、マグマの成因や火山の形成機構を反映しているものと考えられ興味深い、残念なことに、その後、調査研究は進められていない。

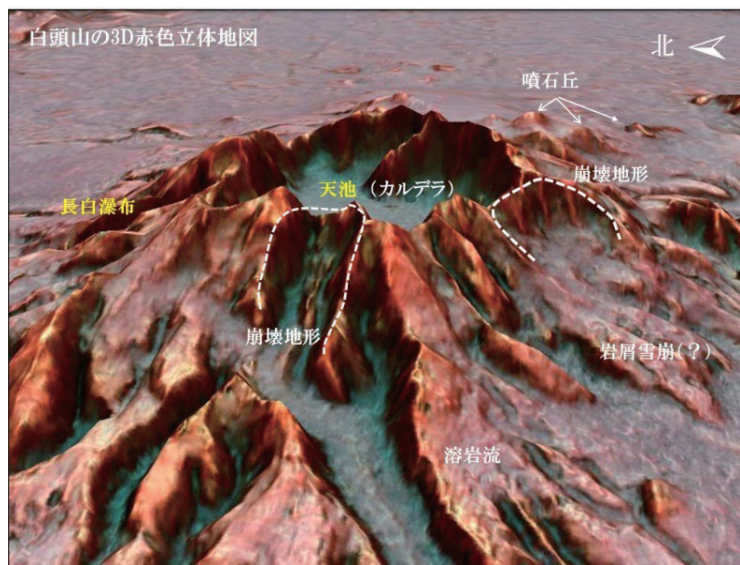


第8図 蓋馬溶岩台地を構成する玄武岩溶岩流

(3) 白頭山の地質と火山体の形成と変化

次に白頭山自体の地質と火山体形成について概要を述べよう。

白頭山は新生代鮮新世 350 万年前ごろに生まれ、当初はアルカリ岩質の玄武岩による活動であり（趙、2010、Wei et. al, 2011）、粘性が小さいため流れやすく（第 8 図）、楯状火山のように勾配のゆるやかな山体を形成したと考えられている。しかしその後 5 回の活動期を経て、マグマの性質は徐々に二酸化ケイ素に富む粗面岩に、7 万年前頃には更に二酸化ケイ素に富むアルカリ流紋岩へと変化した。そのため山体はより急峻なものへと、また活動もより爆発的なものへと変化した。そして大規模噴火では最も新しい 10 世紀の噴火では、主としてアルカリ流紋岩のマグマによる活動であり、それに粗面岩～粗面安山岩（宮本・他、2004）が加わる。その総噴出量は 80～120km³、そしてラハールとして流出した



たものも含めるとそれ以上に達し、過去 2000 年間では、世界で最も規模の大きな噴火の一つであった。天池カルデラはこの時期に形成されたと考えられている。

第 9 図には ASTER-DEM に基づく西側から見た白頭山の赤色立体図が示されている。より立体的に全体像を把握できるよう、高さは誇張されている。主として溶岩流の積み重

第 9 図 ASTER-DEM に基づく西側から見た 3D 赤色立体図

なりによって山体は形成されているが、主として 10 世紀噴火によるとされているカルデラの形成、更に噴火や地震を契機としたと考えられる山体崩壊によって山体を破壊する負の地形も作られていった。また白頭山本体と周辺地域には、時々、ごく小規模の噴火が発生し小火口、マールや噴石丘が形成されることがある。このような山体形成と山体崩壊の機会に人間社会が遭遇すると、それぞれ規模の違いはあれ、様々な災害がもたらされることになる。山体崩壊による災害の例としては、日本国内では 1888 年の会津磐梯山の、そして世界における最近の例としては 1980 年の米国セント・ヘレンズ山の噴火が挙げられる。

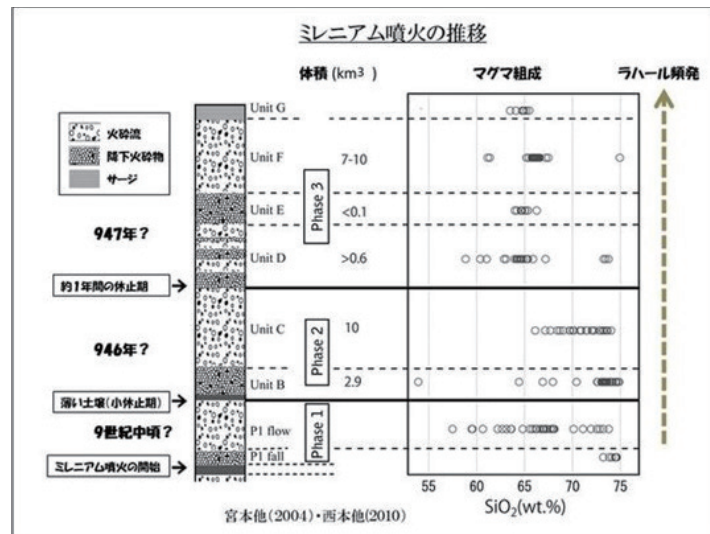
2. 白頭山における有史時代の活動とミレニアム噴火

(1) ミレニアム噴火（9 世紀噴火+10 世紀噴火）

白頭山の 10 世紀噴火は過去 2000 年間では世界最大規模の噴火であり、中国や北朝鮮への甚大な被害ばかりか、日本国内の北海道や東北地方にまで火山灰を積もらせた。もしこ

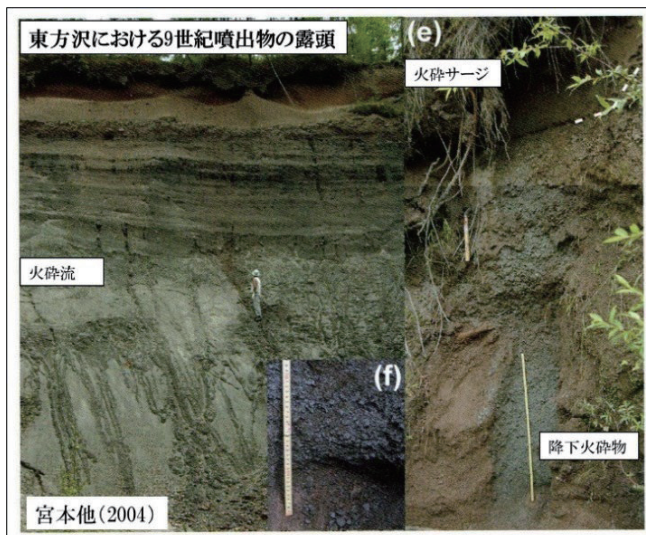
れと同規模の噴火が現在発生するとしたら、日本を含め東北アジア地域に人的被害はもとより、経済や政治の面でも多くの混乱を与えることが予想される。そのため白頭山における新しい時代の火山活動が、どれぐらいの規模と間隔で、どのような推移をたどってきたのかを知ることが重要である。なお従来からの“10 世紀噴火”は国際的にミレニアム噴火と呼称されるケースが多いので、ここでは一連の噴火と考えられる 9 世紀中葉の噴火も含めてミレニアム（千年紀）噴火と呼ぶことにする。

このような考えに基づき中国や



第 10 図 ミレニアム噴火の推移を示す柱状図

北朝鮮ばかりでなく、日本国内におけるミレニアム噴火の影響についても知りたいと考えた。もちろんこの巨大噴火を認識したきっかけは、町田らの北海道や東北地方における十和田火山 915 年噴出物を覆う火山灰の発見と、その起源を白頭山における 10 世紀の噴火に求めたことによる。ではその前後での噴火活動はどうであったのであろうか？後ほど紹介するようにミレニアム噴火以降の活動は 5 回ほど推定されているが、1597 年のやや規模



第 11 図 白頭山の東の沢における 9 世紀噴出物

の大きな活動を除き、他は極小規模の水蒸気噴火であったと考えている。白頭山全体の地質を詳しく調べた中国地震局の Wei et al. (2011)によれば、10 世紀噴火以前の大規模な火砕物噴火は少なくとも約 25000 年前にまで遡る。

a. 9 世紀噴火 (Phase 1)

では“10 世紀噴火”は約 25000 年前以降、なんの前触れもなく一般に

噴火年と受け入れられている 946 年に突然始まったのであろうか？実はそうではない。それより約 100 年前、9 世紀にかなりな規模のプリニー式噴火 (Phase-1) が発生していたことが、天池の東北東方向約 17km の地点の露頭“東方沢”で見出された。そしてその後、10

東方沢などにおける天然木炭の放射性炭素年代測定結果					
	試料	採取地	年代値	暦年補正(1 σ) (#1)	C ¹³ /C ¹²
Bai-10c-2 (Beta-168549)	炭化木	東方沢 (火砕流中部)	1210±40yBP	770-880AD	-24.8
Bai-10c-3 (Beta-168550)	炭化木	山門北 (10 ^m ユニットC中)	1090±40yBP	900-1000AD	-24.4
Bai-10c-4 (Beta-168551)	炭化木	東方沢 (火砕流上部)	1160±40yBP	860-910AD 810-840AD 920-960AD	-23.6
中川・他(2004)					

世紀に発生した更に規模の大きな2回のプリニー式噴火(Phase-2とPhase-3)に至ったと

第1表 白頭山の東方沢などにおける天然木炭の炭素14年代測定

考えられるのである。この活動は第10図の柱状図に示すように、後の2回の活動と同じく噴煙柱の形成と風による火山砕屑物の移動降下、そして噴煙柱崩壊による火砕流の発生があった。またこの東方沢の露頭で採集され、火山活動で焼かれ形成されたと考えられる天然木炭のC14年代測定結果によると、第1表に示すように9世紀中ごろを示した。

10世紀噴火は日本の東北や北海道で火山灰が発見されたことをきっかけにして認識されるようになった。では9世紀噴火の影響は日本にまでは到達しなかったのでしょうか？中川・他(2012)は北海道森町鷺の木海岸の露頭において、白頭山と同じアルカリ流紋岩組成のテフラを発見した。年代的には露頭写真の第12図と第13図に示すように、約1700年前の黒土の直上にあり、その上には869年の貞観津波によると考えられる堆積物が載り、更にそれを946～947年のB-Tmテフラが覆っている。私達が貞観津波堆積物と判断したものは、単なる崖錐堆積物であるという異論もあるが、貞観津波堆積物という判断が正しければ、大噴火と大地震との関係を示唆するものとして興味深く重要である。この問題に対して後に再度言及することにする。



第12図 北海道森町の鷺の木海岸の露頭



第13図 白頭山テフラを削る堆積物は貞観の津波堆積物ではないか？

b. 10世紀噴火(Phase 2, 3)

第3図や第12図には、白頭山から約1100km離れた日本の八甲田や森町における10世紀

の降下火山灰を示したが、おおもとの白頭山では 10 世紀噴出物はどのように堆積しているのか見ておこう。

第 14 図には白頭山のカルデラ湖天池の中心から約 10km 東に離れた位置における降下火山碎屑物を示す。数 10m の厚さがあり、日本での厚さと比べて極めて厚いのには驚かされる。プリニー式噴煙柱からの碎屑物が日本の方に運ばれる過程でこぼれ落ちたものである。

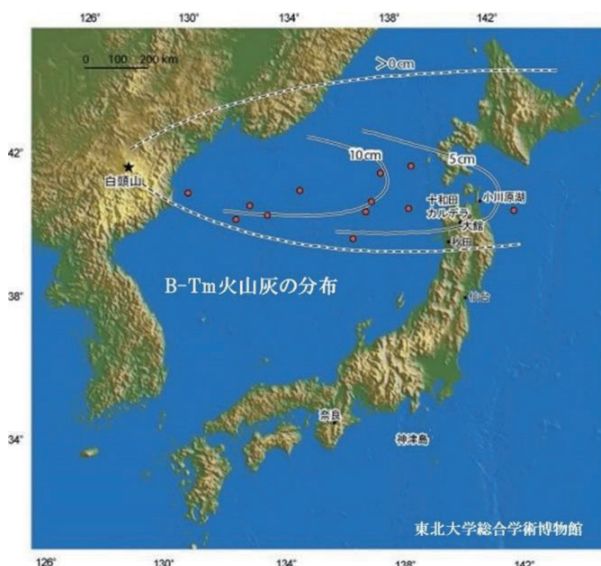


第 14 図 白頭山北朝鮮斜面での降下火砕物

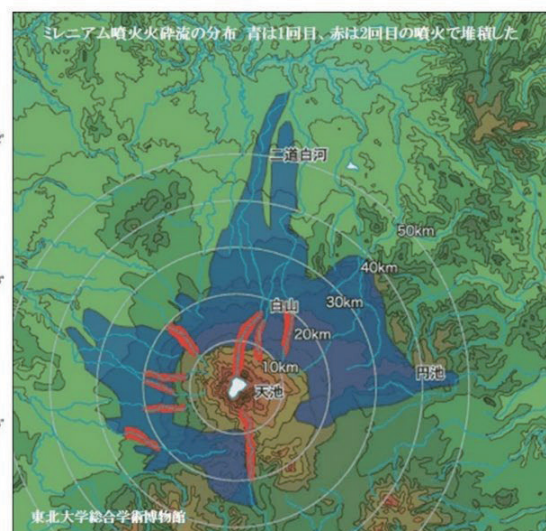


第 15 図 降下火砕物で埋没した森林の痕

第 15 図は第 14 図の露頭の近くで白い火砕物が広がる台地であり、そこから多くの枯れた木々が顔をのぞかせている。焼け焦げたものは見あたらないが、当時の森林を降下してきた火山灰や軽石が埋め尽くした痕である。現在、ここでは森林は発達していないが、当時は鬱蒼たる森林によって覆われていたことを想像させる。ここなどで採集した木は、後ほど炭素 14 ウィグルマッティング法などにより精密な年代測定が行われた（奥野・他、2010）。



第 16 図 降下火山灰 (B-Tm tephra) 分布



第 17 図 Phase2 と Phase3 の火砕流分布

第 16 図にはこれら堆積物を含め、風によって運ばれた降下火砕物の分布を示している。



第 18 図 白頭山北部の河川沿いのラハール堆積物

Phase 1 から Phase 3 の噴火はプリニー式噴火であり、巨大な噴煙柱を立ち上げた。プリニー式噴火では、噴煙は通常でも高度 10,000m、ときには成層圏にまで達することがある。このような高度では比較的安定して偏西風が吹くため、火山灰は図のように日本の方へ運ばれる傾向がある。第 17 図には噴煙柱の上昇の勢いが無くなって途中で崩れ落ちてしま

い、火砕流となって地表を流れ下った様子を示している。

また、通常、噴火によって堆積した火山噴出物は、後からの降雨や冬季であれば溶けた雪の水と一体となって泥水の流れ（ラハール、火山泥流）になりやすい。時に火口から直接ラハールが発生することもあるが、多くは二次的なものであり、堆積物は河川の周辺に分布する。第 18 図に示したように、白頭山を源流とする河川でも普遍的と言ってよいくらい分布しており、逆に言うと白頭山から離れた地域であっても、河川沿いに火山災害が発生する可能性は在るのである。

(2) ミレニアム噴火と日本における記録

白頭山における 10 世紀噴火の発見は町田などによってなされたが、鍵層としての火山学や考古学における重要性にもとづき、その正確な噴火年代の決定が求められた。これに対して最初に正確な解を出したのは早川・小山（1998）であった。彼らは第 2 表に示すように、古文書

事象番号：09461103 種別：噴火⁴ 天慶 9 年 10 月 7 日／946 年 11 月 3 日(J)／946 年 11 月 8 日(G)⁴ 【網文】⁴ 白頭山 M7.4 奈良に白い灰が降った。中国/北朝鮮国境にある白頭山の噴火の始まりだろう。10 世紀の白頭山噴火は、過去 2000 年間における世界最大規模の噴火である。⁴ 〈B〉【興福寺年代記】⁴ 九 〈注：(○天 慶)〉(十月七日夜白灰散如雪、)⁴ 事象番号：09470212 種別：その他⁴ 天慶 10 年 1 月 14 日／947 年 2 月 7 日(J)／947 年 2 月 12 日(G)⁴ 【網文】⁴ 大音 京都で雷のような音が聞こえた。前年から始まった白頭山噴火のクライマックスだったと思われる。津軽海峡を挟んで北海道と東北地方に分布する白い火山灰は苫小牧火山灰と呼ばれる。この時期の強い偏西風の影響を受けて、真東に向けた細長い分布をなす。⁴ 〈A〉【貞信公記】○大日本古記録⁴ 《十四日》{〈天慶十年正月〉}、空中有聲如雷鳴、或人云、《天智天皇山陵》{〈山階山陵〉}鳴也、又云、非山陵鳴、⁴ 〈A〉【日本紀略】○新訂増補国史大系⁴ 《十四》{〈天慶十年一月〉}日庚子、此日空中有聲、如雷、⁴

第 2 表 日本の古文書に記された 10 世紀噴火関連の異常現象

中の記述に基づき西暦 946 年、947 年に発生したと推定した。この考えは朝鮮や日本国内に

におけるその他の古文書中における記述とも調和的であった。

その後、天然木炭の炭素 14 ウィグルマッティング法による正確な年代測定や湖沼中の年縞堆積物に基づく推定も行われ、現在ではここで示した年代値が受け入れられている。このように日本における古文書中の記録が、正確な噴火年代を知る手がかりとして有効であることが明らかになったので、次に 9 世紀噴火についても正確な噴火年代が推定できないか、同じく古文書をもとにして検討を行ってみた。

現地で採集した木炭の炭素 14 年代測定や、10 世紀噴火との間に挟まれる土壌の厚さに基づき、噴火年代は 9 世紀中葉であろうと推定された。そのため第 3 表と第 4 表には日本三

事象番号：08611008 種別：その他 <u>貞観3年8月27日</u>／<u>861年10月4日(J)</u>／861年10月8日(G) 【綱文】 大音 京都で雷のような音が聞こえた。 (A) 【日本紀略】○新訂増補国史大系 《廿七日戊辰》〔(貞観三年八月)〕、空中有声、如雷、
事象番号：08630313 種別：その他 <u>貞観5年2月16日</u>／<u>863年3月9日(J)</u>／863年3月13日(G) 【綱文】 十六日から十八日まで、太陽と月の色が異常だった。十九日に元に戻った。 (A) 【日本三代実録】○新訂増補国史大系 《十九日壬子》〔(貞観五年二月)〕、自十六日至十八日、日初昇、白無光、月初出、赤如丹、今日並復舊、
事象番号：08630328 種別：その他 <u>貞観5年3月2日</u>／<u>863年3月24日(J)</u>／863年3月28日(G) 【綱文】 大音 京都で雷のような音が聞こえた。 (A) 【日本三代実録】○新訂増補国史大系 《二日甲子》〔(貞観五年三月)〕、空中有声、如雷、
事象番号：08631001 種別：その他 <u>貞観5年8月11日</u>／<u>863年9月27日(J)</u>／863年10月1日(G) 【綱文】 日色 京都で太陽の光が弱かった。 (A) 【日本紀略】○新訂増補国史大系 《十一日辛未》〔(貞観五年八月)〕、晨日無光、十二日壬申、晨日無光、少還復常、

[古代・中世]地震・噴火史料データベース(β版)より

第 3 表 日本の古文書に記された 9 世紀噴火関連 (?) の異常現象

西暦年代		白頭山噴火	異常現象 (噴火史料データベース、β版による) 基本的に京都における観察	咳病 (富士川、1969) 基本的に京都とその周辺地域における出来事
500年	500			
	600		降綿様678・大音680	
	700		大音772・782	
	800		日色赤弱806・863・大音847	862・863・865
		9世紀中葉噴火	大音857・858・861・880・884	872(渤海人由来?)
	900	946・947巨大噴火	日色赤黒919・降灰946・大音947	920・923・993
1000年	1000		陽光1086	1010・1015

咳病を記述した古文書：862,863,865,872年：三代実録、920,923,993年：日本紀略、1010年：大鏡、1015年：日本紀略

第 4 表 日本の古文書に記された 9 世紀ごろの異常現象と咳病

代実録などに現れる主として京都で観察された9世紀ごろの異常現象を抜書きして示す。
また第4表には医学者である富士川 游によって、明治時代にまとめられた「日本疾病史」から咳病（咳を多発する流行病）に関する記録を抜き出し併記する。862年など平安

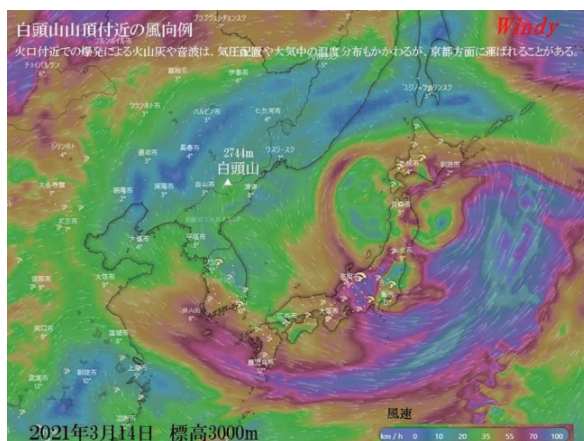
廿一日甲申、停内宴、以天下患咳病也、 （後略） 廿七日庚寅、於御在所及建礼門、朱雀 門、修大祓事、以攘災疫也、賑給京師 飢病尤甚者、自去年冬末、至于是月、 京城及畿内畿外、多患咳逆、死者甚衆 矣	“此のほど、世の人咳嗽(がいそう)を うれへずといふものあらず。” 「折たく柴の記」より 新井白石による自叙伝「折たく柴の記」に 記された富士山宝永噴火によって江戸 に灰が降ったときの概要： 宝永4年(1707)11月23日、前夜の地震に続い て昼頃から雷鳴のような音が聞こえ、やがて雪 のように白い灰が降ってきた。降灰は午後8時頃 で止んだが、地鳴りと地震はそのまま続いた。25 日からは黒色の灰が降り始め、空中に飛散する 大量の火山灰で激しい咳をする人、呼吸器疾 患を起こす人が続出した。	時代の記述 は、世界最古 の“インフル エンザーの 記録である” と後世では 受け取られ ている。しか し言うまで もなく“咳の 多発”は必ず しもインフ ルエンザー
--	---	--

第19図 863年の咳病の記録

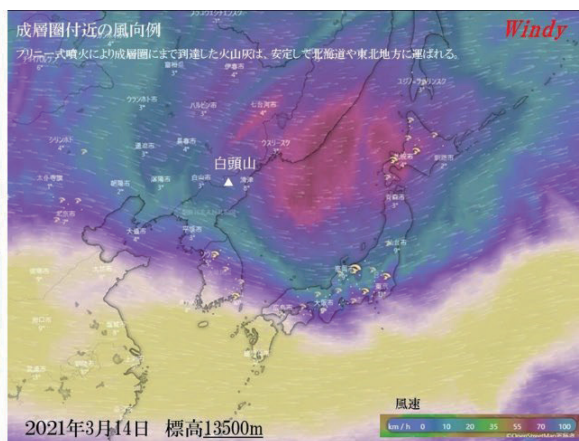
第20図 新井白石による宝永噴火の記録

の発生を意味していない。やはり噴火との関連も考慮に入れるべきであろう。比較的最近で明確なのは、1707年の富士山宝永噴火の際に新井白石の「折たく柴の記」に記された内容（第20図）であり、遠距離における噴火体験の特徴がコンパクトだが明確に記されている。すなわち“雷鳴（火山爆発）”、“降灰”そして“咳病”。マスクなどで防御しないと、降灰によって呼吸器疾患が多発することは現在ではよく知られている。

第3表と第4表に示すように863年前後に、京都では雷のような大きな音がしたり、太陽や月の色が通常とは異なり微細な火山灰の降下を伺わせる記述がある。更に同じ頃、咳を多発する咳病が流行して犠牲者さえ多数でている。これらの出来事は、京都にも爆発的噴火の影響が強く押し寄せていたことを想像させる。ただしここで一つ疑問に思うことは、噴火による降灰の主軸は北海道や東北地方など白頭山から真東方向に向かい、明らかに偏西風による強い影響を受けている。しかし爆発音は何故方向違いの南東方向の京都で聞こえたのか？また月や太陽の色に変化を引き起こし更に咳病を引き起こす微細な火山灰も、方向違いの京都上空に流れこんでいたのであるか？この疑問に対しては、音の伝播や微細火山灰の拡散と風向との関係について知る必要があるであろう。言うまでもないが、風が吹くと音源の風上側では音は小さくなり、風下側では大きくなる傾向がある。これらは主要な火山灰輸送が発生する現象の高度と、爆発音が発生する高度とが違い、それぞれの高度における風向きが影響していたことを示しているのではないだろうか？



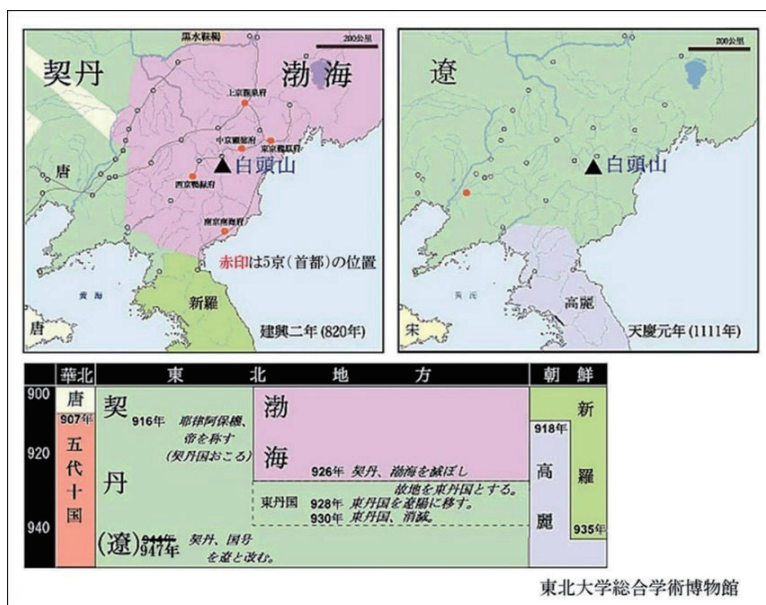
第 21 図 白頭山山頂付近の風向風速



第 22 図 噴煙柱到達高度付近での風向風速

第 21 図には白頭山山頂（標高 2744m）付近の風向・風速を、第 22 図にはプリニー式噴煙柱が到達するであろう高度付近における風向・風速を、気象アプリである Windy によって示している。共に 2021 年 3 月 14 日の同一時刻でのデータである。しばらくの期間、Windy によって風向きを観察してみた。すると噴煙柱が到達するであろう標高 13.5km では、確かに多くの場合、白頭山からは北海道や東北地方に向けて火山灰を輸送する強い西風が吹く確率が高いことがわかる。それに対して白頭山の山頂火口が開いている 3000m 付近では、風向は一定でなく変化するが、ときには第 21 図に示すように京都に向かうこともある。火山爆発によって発生する衝撃波は火口直上で四方八方に広がり、やがて音波に減衰し、風とともに周囲の火山灰を含め京都に運ばれていったとすれば理解できる。

(3) ミレニアム噴火と災害

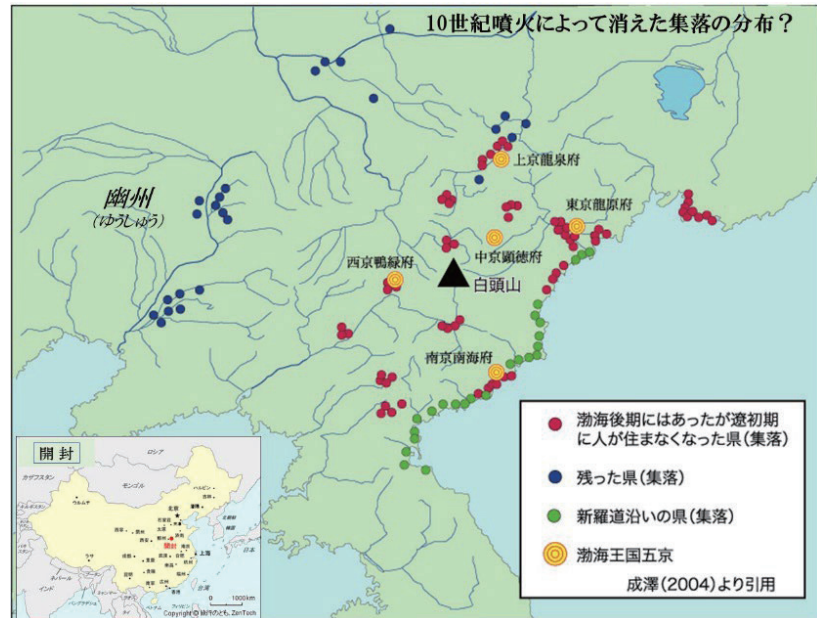


第 23 図 10 世紀噴火当時の周辺地域の地理と歴史

さて研究を開始した当初から有していた大きな疑問の一つは“正確な噴火年代”であり、他は“地質学的に大噴火が発生していたことは明らかなのに、何故古文書中に大噴火を想像させるような記述が一切見つからないのか”というものであった。10 世紀噴火を指摘した町田（1992）などは、当時白頭山を領有していた渤海国の噴火による滅亡の可能性まで指摘した。また

渤海は基本的に漢字を使用し、公文書を残す習慣を持っていた国でもあり、記録が残っていてもおかしくないと思われるのである。その後、10世紀噴火が発生したのは渤海王国滅亡後の契丹族による遼王朝の時代であることが明らかになり、この疑問の一部は解消した。しかし噴火災害の痕跡が、遼王朝の時代を含めても見当たらないというのもおかしい。遼の出身母体の契丹族は遊牧や農業を生業とした部族であるが、漢字を使用し文書を残す習慣も持っていた。それなのに何故、この巨大噴火についての記述が見出されないのだろうか？これについては

“噴火に遭遇した人々は



第 24 図 渤海後期には存在したが遼初期には消滅した集落

全滅してしまい、周辺の生き残った人々も何が起きたのか皆目検討がつかなかった“ため記録をしなかったのだ”という意見もある。これはこれで理解しやすい。

それで成澤（2004）は中国と朝鮮の古文書をもとに、渤海後期と遼初期の間で消滅した集落、または存続した集落の分布を調査した（第 24 図）。その結果、図に示すように消滅した集落は噴火による火山灰（B-Tm 火山灰）の主たる分布域と、白頭山から流れ下る河川の流域で多いことがわかる。火山灰分布域では厚い降灰によって、河川流域では、第 18 図に示したようなラハールの襲来によって消滅したと考えることができる。

これらのことから、946 年～947 年に噴火が発生して人間生活を破壊するような大災害が起きていたことは確からしいので、当時の王朝遼の正史“遼史”（島田、1975）を見てみよう。

当時は第 2 代目皇帝太宗の時代であり、太宗は中原の支配を目指し中原の開封に遠征していた。しかし故郷の幽州では母后などが中原からの引き上げを強固に主張し、戻らざるを得なくなった。ここで不思議なのは、947 年正月元日（現在の暦では 2 月初め頃？）に元号を“会同”から“大同”に改元したばかりか、国号も“大契丹国”から“大遼”に変えてしまったことである。皇帝太宗は帰郷の途中 947 年 5 月に病気で亡くなったが、改元当時はまだ生存しており、皇帝の死は改元の理由（代始改元）にはならない。他にもある改元の理由のなかで最も可能性の高いのは、自然災害や病気の発生があって、その悪影響を断ち切るための“災異改元”のように思える。日本の場合も同じであるが、平安時代には地震や噴

火が頻発し、繰り返し改元が行われたという。白頭山のより近く（幽州）に居た母后は、噴火によって広大な土地がただ灰一色の世界に変貌し、多数の住民の命が失われたであろう大災害の実情を知って、遠くの太宗に大至急帰国せよとの連絡をしたのではないだろうか？またその災害があまりにも想像を絶するものであったため、単なる年号の変更にとどまらず、国名をも変えて、その難局に立ち向かおうとしたのではないだろうか？

災害の記録が無いように見えて、実は改元ばかりか国の名前さえ変えてしまうという思い切った施策をしなければならなかったほどの巨大災害の発生が、遼史には記されていたように思える。

(4) ミレニアム噴火以降の火山活動

次にミレニアム噴火を除き、古文書などに記録の残る新しい時代の火山活動について述べよう。まず10世紀噴火の次に新しい噴火から、どのようなことが起きていたのか代表的な例を記述する。第5表には、古文書などで検討の上、実際に火山活動があったと推定できるもののみを、白頭山の当時の領有権者とともに記載している。

西暦	年代	白頭山 噴火・異常現象	白頭山の領有権 主要な国・王朝
500年	500		高句麗
	600		高句麗(～668)/渤海国(698～)
	700		渤海国
	800	9世紀中葉噴火	渤海国
	900	946-947巨大噴火	渤海国(～926)/遼(916～)
1000年	1000		遼
	1100		遼(～1125)/金(1115～)
	1200		金(～1234)/元(1287～)
	1300	1373 玄武岩側噴火	元(～1368)/明(～1370)/高麗(～1392)
	1400		明・李氏朝鮮
1500年	1500	1597 大規模水蒸気噴火	明・李氏朝鮮
	1600		明(～1644)/清(1616～)・李氏朝鮮
	1700	1702 噴火・山火事併発	清・李氏朝鮮
	1800	1898 短時間小噴火	清・李氏朝鮮(～1897)
	1900	1903 小爆発的噴火	清・日本(1910～1945)/中国・北朝鮮
2000年	2000	2002-2005 マグマ上昇	中国・北朝鮮

第5表 近年における白頭山における火山活動と白頭山の領有権者

a. 1373年6月24日噴火 「高麗史」恭愍王22年

夜、雨とともに長さ数10cmの白い毛が降った。

- * 朝鮮国家科学院の林権黙氏の記載（私信）によると、白頭山の北朝鮮側斜面で玄武岩質側噴火が発生したらしい。白い毛とはペレーの毛と考えられる。

b. 1597 年 10 月 7 日～9 日噴火 「李朝実録」 宣宗昭敬大王実録卷之九十三

咸鏡道の観察史宋言慎は朝廷に次のような内容を報告した。8 月 26 日辰時、三水郡というところで地震があった。27 日未時、また地震があつて、そして 27 日、三水という村では川の水の色が白くなり、28 日には黄色くなった。さらに任遮外堡から五里くらいを離れたところで赤い泥水が湧き出て、数日後やっと止まった。8 月 26 日辰時、小農堡で国境を越えてきた人は絶壁のところから大砲を撃つほど大きな音を聞いて、頭を挙げて見ると、煙がとうとうして空を衝いて、巨大な石がその煙の中から山の裏のどこかへ飛んでいった。27 日酉時、また地震で、その絶壁がより壊れた。

＊ 白頭山天池の北西カルデラ壁で発生したかなり規模の大きな水蒸気爆発またはマグマ水蒸気爆発現象と思われる。

c. 1702 年 6 月 9 日噴火 「李朝実録」 肅宗大王実録之三十六

6 月 9 日の昼頃、空と大地が突然見えなくなり、黄色や赤色の煙が立ち込めた。蒸し暑く、生臭い匂いが部屋に充満した。4 日目には止んだが、朝起きると、周囲には貝殻を焼いたようなものが雪のように散乱していた。それを集めてみると木の皮の跡であった。

＊ 天池から東に約 120km 行った咸鏡北道富寧郡における現象であり、大規模な山火事を伴った、少し規模の大きな噴火があったのではないか。白頭山からの方向としては、偏西風の方角に一致している。

d. 1898 年噴火 From diaries round-the-world travel over Korea, Manchuria, Liaotung peninsula. Moscow. Geografiz, 1949 (原文はロシア語) .

1898 年、火口湖（天池）で水蒸気爆発が発生した。約 5 分おきに湖から水蒸気、小石、火山灰の爆発が起き、爆発の間、湖は静かであった。

＊ 白頭山では初めて火山噴火と認識され、文章に残された。1903 年噴火を含め、この頃は活動期（5 年間くらい？）であったらしい。

3. 白頭山噴火と巨大地震との時代的相関

誰が、いつ、どの雑誌や本などで言ったのか記憶は定かでないが、“白頭山 10 世紀噴火は貞観地震などの一連の地殻変動活動期の最後として発生したものである”、との趣旨の文章が頭の中に残っている。つまり日本における巨大地震と白頭山噴火は連動しているという趣旨とも受け取れる。その文章では、その後とくにこのことを論証する内容が続いていたわけではない。最近、日本における富士山噴火と巨大地震とが連動して発生するとの趣旨の発言は、あちこちのメディアで聞かされる。実はこの論題“地震と噴火との連動”は決して最新のものではなく、約 200 年も昔、ガラパゴス諸島における進化論の研究で有名な、かのチャールズ・R・ダーウィンの「ビーグル号航海記」に記され、連動性はダー

ウィンによって指摘されていたものなのである。ただし連動性の指摘はダーウィンが初めてではなく、海流名（フンボルト海流＝ペルー海流）に名を留めるアレキサンダー・フォン・フンボルトによって、1796年9月、カリブ海グアドループ島で噴火が発生し、引き続いて12月にベネズエラで大地震が発生したことから指摘され興味を持ったらしい。さてダーウィンは1835年1月にチリでオソルノ火山の噴火を目撃し、そこから北上して2月20日に、ヴァルディヴィア地方で大地震と大津波を体験したことから関心をかきたてられた。ここで指摘しておきたいことは、“地震と噴火との連動”と言うと、まず地震が発生し、それによる歪の開放が噴火を発生させるとの捉え方が現在では主流であるが、実際にはここで示すように噴火がまず発生し、それから大地震が起きるという実例も多いのである。現在ではどちらが先で後なのかは、プレート運動による地殻歪の蓄積具合と、火山体におけるマグマの蓄積や揮発成分の状態などが関係しているため、単純に論ずるのは難しいように思える。ここでは、どちらも在るという現実からスタートする。

それでは白頭山ではどうなのであろうか、以下に噴火の周期性と巨大地震との相関性について検討を行う。第6表には白頭山噴火と日本における巨大地震との発生年代をまとめ

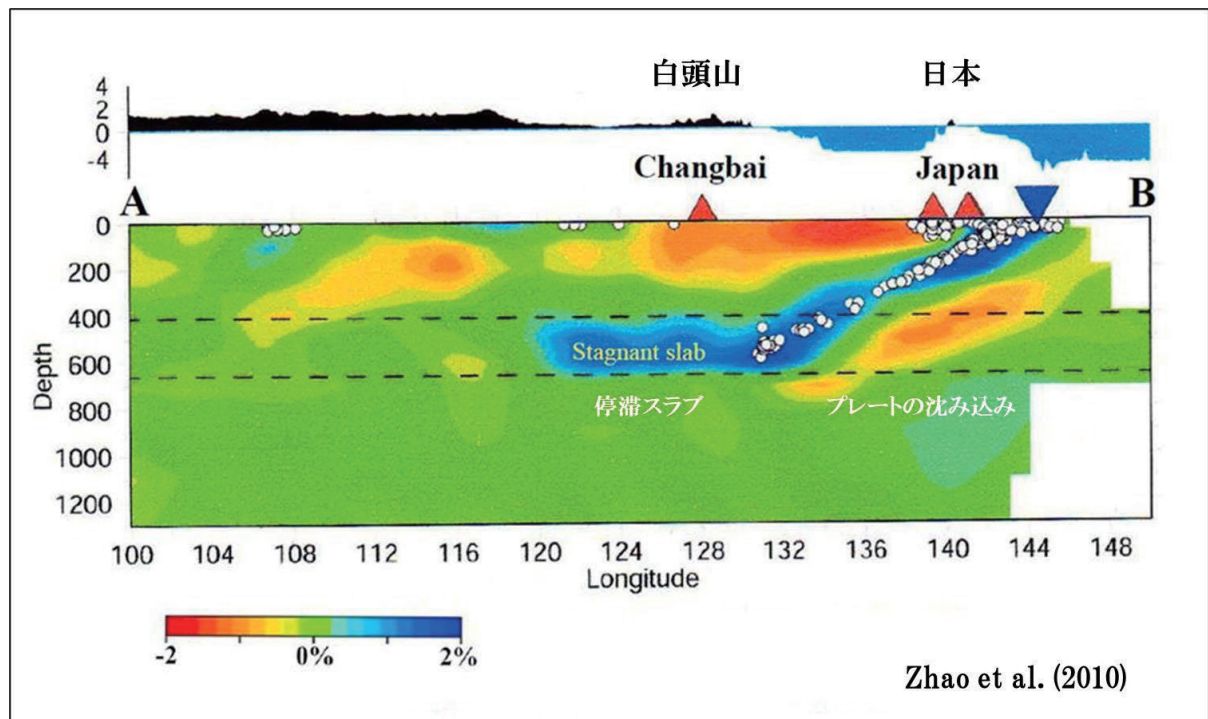
西暦年代		白頭山噴火 噴火・異常現象	年代差 (最近接巨大地震/前噴火) (+は噴火が後、-は先)	三陸巨大地震 (> M8)	富士山噴火 小山(2002)	南海巨大地震 (> M8)	相模巨大地震 (> M7.9)
500年	500						
	600					684 M8.3 白鳳	
	700				781		
	800				800-802 延暦		
1000年	900	9世紀中葉噴火 946-947巨大噴火		869 M8.4 貞観	864-866 貞観	887 M8.2 仁和	
	1000				937 & 999 1033 & 1083		1099 M8.1 康和
	1100						
	1200						
1500年	1300	1373 玄武岩側噴火	+12年 / ca. 433年			1361 M8.4 正平	
	1400				1435	1498 M8.3 明応	
	1500	1597 Ø1km 蒸気爆発 (1668 小噴火??)	-8年 / 224年 (ca. 657年) (-35年 / 71年)		1511 鎌岩		
	1600			1611 M8.3 慶長		1605 M8 慶長	
2000年	1700	1702 噴火・山火事併発	-1年 / 105年		1707 宝永	1707 M8.6 宝永	1703 M8.1 元禄
	1800	1898 短時間小噴火	+2年 / 196年	1896 M8.4 明治		1854 M8.4 安政	
	1900	1903 小爆発的噴火 1925 噴火?	+7年 / 5年 +2年 / 22年	1933 M8.3 昭和 (正断層型)		1946 M8.0 昭和	1923 M7.9 大正
	2000	2002-2005 マグマ上昇	(-6年 / 80年)	2011 M9.0 平成			

第6表 白頭山噴火と日本における海溝型巨大地震とは関係があるのか

で示す。また最近よく話題になる富士山の噴火についても併記しておく。同じ色で塗られているのは、時代的に互いに近接している事象であることを示し、枠のみ塗られているのはこの表を発表した時点（Taniguchi, 2013）でなんらかの疑問をかかえていた例である。連動がかなり確実な例としては1700年代初頭が挙げられる。1703年の相模トラフに

において M8.1 の巨大地震が発生、これにやや遅れて 1707 年、南海トラフで M8.6 の巨大地震が、そしてこの 49 日後に富士山の宝永噴火が発生した。このケースは明らかに大地震と噴火との連動と言って良いであろう。しかし世の中ではあまり良く知られていることではないが、これらの事象の若干前、1702 年に白頭山でも噴火が発生していたのである。

約 1100km も離れた日本における地震活動と白頭山における活動とが関係を持ちうるかという疑問がわくかもしれない。第 25 図には日本列島から白頭山にかけての地震波に基



第 25 図 P 波トモグラフィーによる日本から白頭山にかけての地下断面図

づく地下断面を示している。日本側から沈み込んだプレートによって白頭山を含めた広い中国東北部は圧縮力を受け歪んでおり、それが日本海溝で巨大地震が発生すると歪は開放される。事実 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震のときには、地震発生後、日本で観測されるほど大きくはないが、この地域も震源の方に向かってわずかに変位したのが中国で観測されている。これらのことから第 6 表に示したように、白頭山噴火と日本における海溝型巨大地震の発生とが年代的に関係するのはあり得ることなのだと理解した。

では両者の間には年代的にどのような相関があるのか次に検討してみよう。また念のため噴火の周期性をも検討したが、第 7 表に示すようにあまりにもばらつきが大きく無意味であった。第 7 表には“噴火と地震との年代差”に関して、先に述べた信頼のおける近年 4 例をもとにして平均値と標準偏差 σ を求めてみた。標本件数が少ないのは残念であるが、これはどうにもならない。年代差は最近接のものを選んだ。この結果を用いて、2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震に関連する白頭山噴火の年代を推定してみると、表の

	巨大地震との相関性 (Δt : 噴火年代 - 地震年代)	噴火年代の周期性 ($\Delta \tau$: 前噴火との年代差)
平均値(年)	$\overline{\Delta t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_i$: 1.3	$\overline{\Delta \tau} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta \tau_i$: 193
分散(年 ²)	$\sigma_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2$: 51.7	$\sigma_\tau^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta \tau_i - \overline{\Delta \tau})^2$: 20332
標準偏差(年)	$\sigma_t = \sqrt{\sigma_t^2}$: 7.2	$\sigma_\tau = \sqrt{\sigma_\tau^2}$: 143
1 σ 年代差(年)	1.3 $\pm$ 1 σ : -5.9~8.5	193 $\pm$ 1 σ : 50~336
3 σ 年代差(年)	1.3 $\pm$ 3 σ : -20.4~22.9	193 $\pm$ 3 σ : -236~622
1 σ 噴火範囲(年)	2011年巨大地震を基準 : 2005~2020	1903年噴火を基準 : 1953~2239
3 σ 噴火範囲(年)	2011年巨大地震を基準 : 1991~2034	1903年噴火を基準 : 1667~2525

第7表 噴火と海溝型巨大地震とは関係があるのか(信頼のおける近年4例のみ)

3 σ 噴火範囲計算結果に示すように1991年~2034年となる。このことは東北地方太平洋沖地震に関連して白頭山噴火が発生するとするなら、それは1991年から2034年の間に99%の確率で起きることを意味している。なお念のために付記するが、2002年から2005年にかけて白頭山では地震活動と山頂の隆起が活発であり、これは地下5km付近にマグマが上昇してきたことを示しており(小澤・谷口、2007)、地表へ出ることは失敗したが、マグマ活動が発生していたことは事実なのである。

同様に、869年の貞観地震のカウンターパートナーとなる白頭山噴火の年代を求めてみた。3 σ で849年~892年となり、そもそもの疑問のきっかけとなった10世紀噴火の年代946年~947年とは大きく異なってしまう。しかし、むしろ本文で9世紀噴火の年代として先に推定した“863年前後”とは良く一致していることには驚かされた。

引用参考文献

- 新井白石, 松村 明(校注) 1999 「折りたく柴の記」, 126-127, 岩波書店
- 朝鮮民主主義人民共和国科学院・人文科学院編 1993 「白頭山資料集」, pp. 449, 日朝友好資料センター
- 趙 逸元 2010 「白頭火山形成の噴出段階とその特徴」『東北アジア研究センター叢書』41, 29-36, 東北大学東北アジア研究センター
- チャールズ・R. ダーウィン, 荒俣 宏(翻訳) 2013 「新訳 ビーグル号航海記 上」, pp. 510,

平凡社

- 富士川 游 1969 「日本疾病史」, pp. 343, 東洋文庫 平凡社
- 早川由紀夫・小山真人 1998 「日本海をはさんで 10 世紀に相次いで起こった二つの大噴火の年月日 : 十和田湖と白頭山」, 火山, 43, 403-407.
- 小山真人編 2002 「富士を知る」, 集英社, pp. 199.
- 町田洋・新井房夫・森脇広 1981 「日本海を渡ってきたテフラ」, 科学, 51, 562-569.
- Machida, H. and Arai, F. 1983 「Extensive ash falls in and around the Sea of Japan from large late Quaternary eruptions」 J. Volcanol. Geotherm. Res., 18, 151-164.
- 町田洋 1992 「火山噴火と湖海の衰亡」 中西進・安田喜憲編, 謎の王国・渤海, 角川選書, 104-129.
- 宮本 毅・中川光弘・田中勇三・吉田まき枝 2004 「白頭山 10 世紀噴火の推移」『東北アジア研究センター叢書』16, 15-43, 東北大学東北アジア研究センター
- 中川光弘・宮本 毅・田中勇三・吉田まき枝 2004 「白頭山 9 世紀噴火の発見とその意義」『東北アジア研究センター叢書』16, 45-54, 東北大学東北アジア研究センター
- 中川光弘・高橋 良・宮本 毅 2012 「北海道駒ヶ岳 e テフラ (Ko-e) の給源火山 : B-Tm 下位の白頭山起源テフラの発見」火山学会講演予稿集, B3-10
- 成沢 勝 2004 「渤海遺地邑落消長を追う」『東北アジア研究センター叢書』16, 117-128, 東北大学東北アジア研究センター
- 奥野 充・八塚槇也・中村俊夫・木村勝彦・山田和芳・斎藤めぐみ・谷口宏充 2010 「白頭山の 10 世紀噴火についての最近の年代研究 (レビュー)」『東北アジア研究センター叢書』41, 103-111, 東北大学東北アジア研究センター
- 小澤 拓・谷口宏充 2007 「合成開口レーダ干渉法による白頭山の火山活動に伴う地殻変動の検出」『防災科学技術研究所研究報告』71, 1-10, 防災科学技術研究所
- 島田正郎 1975 「遼史」『中国古典新書』 明德出版社, pp. 158.
- 谷口宏充編 2004 「中国東北部白頭山の 10 世紀巨大噴火とその歴史効果」『東北アジア研究センター叢書』16, pp. 215, 東北大学東北アジア研究センター
- 谷口宏充編 2010 「白頭山火山とその周辺地域の地球科学」『東北アジア研究センター叢書』41, pp. 185, 東北大学東北アジア研究センター
- Taniguchi, H., Kim, J., Maeno, F., Tanaka, M., Miyamoto, T. and Jin, X. 2010 「Large-scale volcanic and geological features of Gaima lava plateau and adjacent areas distributed over China and Korea」『東北アジア研究センター叢書』41 1-27, 東北大学東北アジア研究センター
- Taniguchi H. 2013 「Probable time correlation between the eruption of Baitoushan volcano and the megathrust earthquakes in Japan」, IAVCEI
- 東北大学総合学術博物館 2008 「中国・朝鮮国境の大活火山 白頭山の謎」
http://www.museum.tohoku.ac.jp/past_kikaku/paekdusan/sec4/fifth.html

宇佐見龍夫 1974 「日本及び朝鮮における年別地震回数の変化」『地震予知連絡会会報』
12, 149-150.

Wei, H. and Jin, B. 2011 「A Magma Prism Beneath Tianchi Volcano—Its Product and
Effect」、IGCEA

Zhao, D., Tian, Y., Ueki S. and Taniguchi H. 2010 「Changbai volcano: seismic
structure, origin and East-Asia tectonics」『東北アジア研究センター叢書』41, 37-
52, 東北大学東北アジア研究センター

Millennium Eruption of Baitoushan Volcano, Disaster and Impact on Japan

Hiromitsu Taniguchi (Tohoku Univ. Emeritus)

Abstract

Located on the border of China and North Korea, Baitou Mountain (Paektu Mountain, Changbai Mountain) is famous as one of the volcanoes representing East Asia Continent. The mountain is an active volcano and has recently experienced seismic and uplift activity from 2002 to 2005. The mountain also erupted about 1,000 years ago in the world's largest eruption in the past 2,000 years (the Millennium Eruption), and there are towns with many people living near the volcano, so there were concerns about the transition of this activity as well. Unfortunately, not much is known about this mountain, neither its geological content nor its exact historical relationship with people. In this presentation, I will give an overview of the geology and geography of the mountain. The chronological relationship between small eruptions after the Millennium Eruption and trench earthquakes in Japan is also discussed. As a result, a close relationship is established between the ages of the eruptions and the earthquake.