

火山ガラスから土壌の起源を探る

生物資源科学部 生物環境科学科
2年 黒江友香
指導教員 生物資源科学部 生物環境科学科
教授 高橋正
准教授 石川祐一
准教授 早川敦

はじめに

秋田県では火山灰からできた土壌（黒ボク土）はそれほど多くないとみられてきたが、近年、県北部には広く黒ボク土が分布していることがわかってきた。また、黒ボク土には火山灰に含まれる火山ガラスが残っていることが多い。火山ガラスの元素組成は火山によって異なるため、それを調べることで火山噴出源を特定することができる。秋田県に影響すると考えられる火山としては、十和田 a カルデラ（十和田湖、1100 年前に噴火）、白頭山（中国-北朝鮮国境、1060 年前に噴火）があげられる。また、男鹿半島には戸賀-目潟火山群があるが、これらの噴火は 40 万年前～6 万年前と古いので、その土壌への影響は明らかではない。そこで本研究では 3 つの地点（大湯環状列石、阿部農園、男鹿山牧場）の土壌が黒ボク土の性質を示すかを土壌の化学分析によって、判定した。また、土壌中の火山ガラスの主要元素組成を分析し、既知の火山灰のデータと対比することでその噴出源を推定した。

調査地点と実験方法

秋田県内の 3 地点（大湯環状列石、阿部農園、男鹿山牧場）の土壌試料を用いた。風乾後に黒ボク土の特徴に関する分析、すなわち酸性シュウ酸塩可溶 Al, Fe, Si, およびピロリン酸ナトリウム可溶 Al, Fe を測定した。また、粒径組成は以下の粒径に分別した。すなわち、粗砂（2～0.2 mm）、中砂（0.2～0.05 mm）、細砂（0.05～0.02 mm）、シルト（0.02～0.002mm）、粘土（0.0002 mm 以下）に分けて土壌無機成分中に占める割合を求めた。偏光顕微鏡を用いて中砂画分中の火山ガラスの割合を測定した。また、火山ガラスの 10 粒



図 1. 試料採取地点

～20 粒を選び, 走査型電子顕微鏡・エネルギー分散型 X 線分光法 (SEM-EDX) によりガラス一粒ずつの多量元素分析を行った。分析した火山ガラスの元素組成と, 指標となる広域テフラや戸賀軽石の火山ガラスとを比較して噴出源を推定した。

表 1. 試料名と採取地点の住所と緯度経度

調査地点	住所	緯度経度
大湯環状列石	秋田県鹿角市十和田大湯万座	N40° 16'24.9" E140° 48'19.9"
阿部農園	秋田県山本郡三種町志戸橋	N40° 07'57.2" E140° 05'08.0"
男鹿山牧場	秋田県男鹿市北浦北平岱山	N39° 56'53.1" E139° 45'11.1"

結果・考察

酸性シュウ酸塩可溶 Al, Fe, Si (以下 Al_o , Fe_o , Si_o), ピロリン酸ナトリウム可溶 Al, Fe (以下 Al_p , Fe_p) の分析結果 (表 1) より, 黒ボク特徴の判定を行った。黒ボク特徴を持つ土壌は $Al_o+1/2Fe_o \geq 2\%$ または $P\text{-retention} \geq 85\%$, ぼん土質 (黒ボク特徴に近い) は $1.2\% \leq Al_o+1/2Fe_o < 2\%$ または $60\% \leq P\text{-retention} < 85\%$ と定義されている。黒ボク特徴のうち, 非アロフェン質黒ボク土は $Al_p/Al_o \geq 0.5\%$ または $Si_o < 0.6\%$, 非アフェン質黒ボク土の条件を満たさないものはアロフェン質黒ボク土とされる。 $Al_o+1/2Fe_o$ は大湯環状列石では 2.92%, 阿部農園では 0.93%, 男鹿山牧場では 1.44% であった。 Al_p/Al_o は大湯環状列石では 0.24, 阿部農園では 0.49, 男鹿山牧場では 0.44 であった。したがって, 調査した 3 地点すべてが黒ボク特徴をもつか, それに近い特徴の土壌であり, すべて非アロフェン質であると判断することができる。また, 前述した黒ボク特徴とされる $Al_o+1/2Fe_o \geq 2\%$ を上回る大湯環状列石の土壌は, 阿部農園や男鹿山牧場の土壌と比較してかなり黒ボク土としての性質が強い土壌であると推定できる。 Si_o に注目すると大湯環状列石は 0.94g/kg, 阿部農園は 0.03g/kg, 男鹿山牧場は 0.11g/kg と大湯環状列石の土壌に含まれる Si_o がかなり豊富であった。これは土壌中にアロフェン質粘土鉱物が比較的多いことを示している。

表 2. 3 地点の土壌の理化学性分析結果

サンプル名	層位	深さ	酸性シュウ酸塩可溶 (g/kg)			ピロリン酸ナトリウム可溶 (g/kg)		$Al_o+1/2Fe_o(\%)$	Al_p/Al_o
			Fe_o	Al_o	Si_o	Fe_p	Al_p		
大湯環状列石	A2	10-20cm	4.10	27.4	0.94	2.43	6.61	2.92	0.24
阿部農園	A1	0-16cm	3.39	7.6	0.03	2.56	3.77	0.93	0.49
男鹿山牧場	A1	0-12cm	5.61	11.7	0.11	4.24	5.12	1.44	0.44

火山ガラスの多量元素分析より, SiO_2 と K_2O , SiO_2 と Na_2O , SiO_2 と MgO , SiO_2 と Al_2O_3 , SiO_2 と P_2O_5 , SiO_2 と CaO , SiO_2 と TiO_2 , SiO_2 と FeO の比較を行った。これらの分析結果を既知のデータと比較し, 中砂画分の火山ガラスの起源を推定した。図 2 に中砂画分の火山

ガラス一粒ずつの SiO_2 と K_2O の比較分析結果を示した。

大湯環状列石土壤中の火山ガラスはすべて、十和田カルデラ由来（十和田 a 火山灰など）とみられる火山ガラスであった。阿部農園の土壤試料も大湯環状列石の土壤と同様に、十和田カルデラ由来の火山灰とみられる火山ガラスが多く含まれていた。男鹿山牧場の土壤には十和田カルデラ由来の火山灰とみられる火山ガラスだけでなく、広域火山である白頭山由来の火山灰とみられる火山ガラスと、男鹿半島の戸賀カルデラ由来の火山灰とみられる火山ガラスが確認された。十和田カルデラとの各地点の位置関係から、カルデラ由来の降下火山灰が黒ボク土の母材となり、土壤に大きな影響を与えることがわかる。阿部農園土壤は十和田カルデラに隣接しているわけではないのに、火山ガラスの分析結果が類似したことの要因として、降下火山灰だけではなく十和田カルデラからの火砕流や泥流が米代川流域沿いに流出し、それが影響したことが挙げられる（内藤, 1966）。

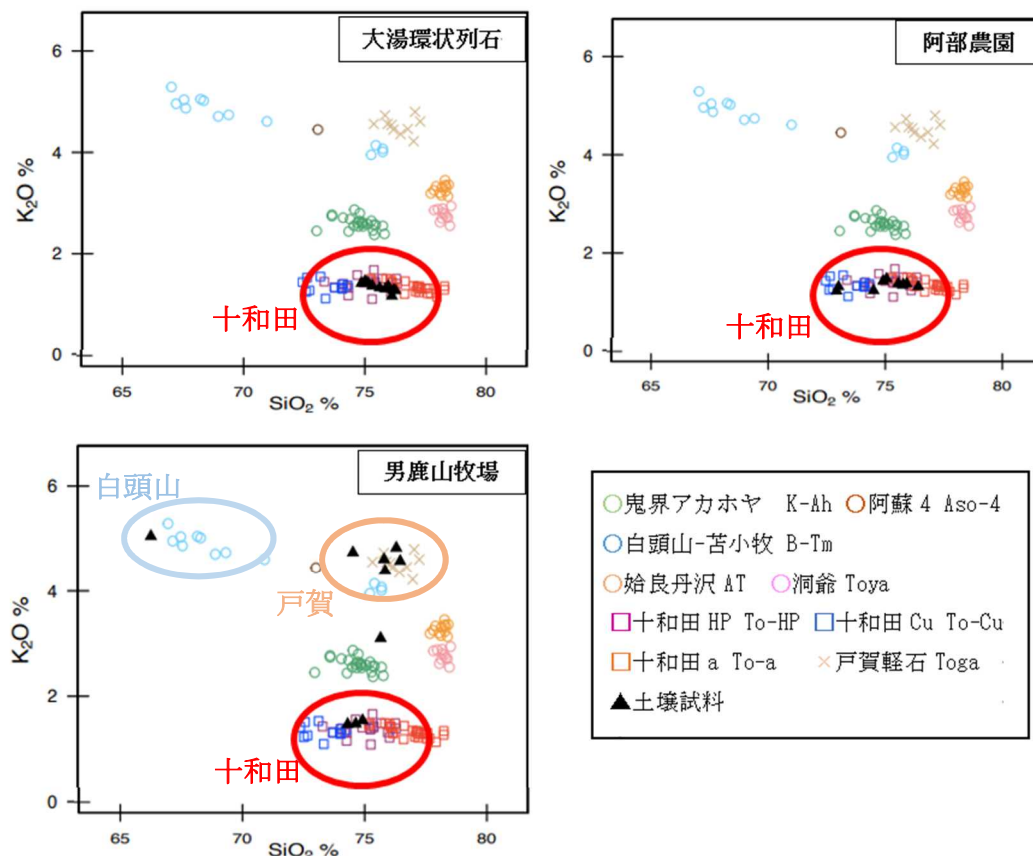


図 2. 各試料の火山ガラス分析結果の一例

表 3. 粒径分析の結果

試料	層位	粗砂 (%)	中砂 (%)	細砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)	火山ガラス含量 (%)
							(中砂中の粒数)
大湯環状列石	A2	36.0	10.6	4.3	22.4	26.7	37.0
阿部農園	A1	4.6	3.2	3.6	43.7	44.9	18.8
男鹿山牧場	A1	18.4	4.4	2.1	27.8	47.2	10.7

粒径分析から各試料を比較すると、粗砂、中砂の割合は大湯環状列石>男鹿山牧場>阿部農園の順であった。粘土の占める割合は、男鹿山牧場>阿部農園>大湯環状列石の順で、男鹿山牧場が最も大きな割合を示し、反対に大湯環状列石は最も相対値が小さくなった。このことから、粗砂の割合が大きく、粘土の割合が少ない大湯環状列石の土壌が最も風化が進んでおらず、逆に男鹿山牧場は粗砂の割合に対して粘土の割合が大きいことから風化が最も進んでいると推定される。阿部農園では、粗砂、中砂、細砂の割合に対してシルトの割合がかなり大きいことから、大湯環状列石よりは風化が進行しているが、男鹿山牧場よりは風化していないと考えた。阿部農園は、前述したように火砕流や泥流が米代川により運搬されたものが母材となっており（内藤, 1966）、男鹿山牧場よりは新しいが、大湯環状列石よりもかなり古いわけではないと考えられる。阿部農園の試料に含まれる火山ガラスは十和田カルデラ由来の十和田中掬（Cu）火山灰とみられ、6600年前に噴火したとされている。大湯環状列石に比べ、粗砂、中砂、細砂の割合が少ないことを考慮すると阿部農園の母材には火山灰の他に、沖積堆積物や風成塵の寄与もあると思われる。

中砂画分に含まれる火山ガラスは大湯環状列石>阿部農園>男鹿山牧場の順であり、これは十和田カルデラと試料採取地点の距離関係についてみると、負の相関関係があるといえる。つまり、秋田県の北部ほど、黒ボク土は十和田カルデラの影響を大きく受けている。一方、男鹿山牧場の土壌に火山ガラスが少ないのは、黒ボク土の母材となる戸賀軽石の噴出した時期が十和田カルデラと比較してかなり古いことよると考えられる。

まとめ

本研究の結果、十和田カルデラに近い大湯環状列石土壌には十和田火山灰とみられる火山ガラスが多量に含まれることが確かめられた。米代川流域に近い阿部農園土壌にも十和田火山灰の火山ガラスが含まれており、十和田火山灰は秋田県の黒ボク土生成に広く影響していることがわかった。一方、男鹿半島西部に位置する男鹿山牧場土壌には、十和田火山ガラスの他に、少量の白頭山由来の白頭山-苦小牧火山灰が含まれており、それに加えて戸賀軽石とみられる火山ガラスが多数存在した。戸賀軽石は42万年前に噴出したとされ、これが現在の土壌に影響していることが注目される。

引用文献

内藤博夫 1966. 秋田県米代川流域の第四紀火山砕屑物と段丘地形, 地理学評論, 39: 463-484.