

静岡県、田方平野南部における天城カワゴ平火山泥流堆積物

—ボーリングコアの防災教育と生物教育への活用を目指して—

The lahar deposits of Amagi-Kawagodaira Volcano
in the south Takada Plain, central Japan,
with future educational perspectives of disaster prevention and biology

植木岳雪¹, 渡邊充司²

¹帝京科学大学, ²静岡県立韮山高等学校

Takeyuki UEKI¹, Atsushi WATANABE²

¹Teikyo University of Science, ²Shizuoka Prefectural Nirayama High School

要約： 静岡県立韮山高等学校との高大連携活動として、静岡県伊豆の国市においてオールコアボーリング掘削を行った。NH-NB コアは、深度0～1.00 mの盛土、深度1.00～2.20 mの水田土壌、深度2.20～4.00 mの後背湿地堆積物、深度4.00～9.81 mのカワゴ平火山泥流堆積物、深度9.81～12.00 mの後背湿地堆積物の5層に区分される。火山泥流堆積物の最上部に含まれる木片から、天城カワゴ平火山の噴火年代とほぼ同じ約3,000年前の加速器放射性炭素（AMS ¹⁴C）年代が得られた。そのことから、火山泥流堆積物による田方平野の植生の欠如（荒廃化）はごく短期間であったと思われる。また、火山泥流堆積物の基底と現在の地表面との標高差から、田方平野南部における約3,000年間の平均沈降速度は約3 mm/年と見積もられ、フィリピン海プレート北縁部における沈降運動が示された。韮山高等学校の理数科の生徒にNH-NB コアを観察させ、地域の土地の成り立ちを探究する授業実践を行った。今後、NH-NB コアは、火山と地震に関する防災教育や生態学に関する生物教育への活用が期待される。

I. はじめに

静岡県の伊豆半島（図1）は、「南から来た火山の贈りもの」と呼ばれ（伊豆半島ジオパークのホームページ、<https://izugeopark.org>）、フィリピン海プレートとともに北上しながら、さまざまな時代の火山岩や火山砕屑岩¹⁾から構成される。伊豆東部火山群は、伊豆半島中央部にある70余りの小火山体（図1：東伊豆単成火山群：荒牧・葉室, 1977）と、東方の海域に密集する多数の海底火山を総称したものであり、火山噴火予知連絡会によって、今後100年程度の中長期的な噴火の可能性及び社会的影響を踏まえ、火山防災のために監視・観測体制の充実等の必要がある火山として選定されている。天城カワゴ平火山は、東伊豆単成火山群の活動史上最大規模の噴火を生じ、初めて流紋岩質マグマを噴出した火山である（荒牧・葉室, 1977）。約3,000年前の天城カワゴ平火山の噴火活動は、火砕サージ²⁾、降下軽石、火砕流の噴出と、火山泥流（ラハール）³⁾の発生の順に生じ、火山泥流は複数の河川を通じて田方平野に流

入して、一部は狩野川河口まで達した（嶋田, 2000）。

静岡県立韮山高等学校は、田方平野南部の伊豆の国市にあり、1873（明治6）年に創立された伝統校であり、理数科が設置された進学校でもある。今回、武田科学振興財団の助成を受けて、理科の授業と課題研究の充実のために、高大連携活動として、学校から約1 km離れた地点でオールコアボーリング⁴⁾掘削を行い、長さ12 mのコアを採取した。本報告では、ボーリングコアを記載し、田方平野南部における完新世の環境変化と地殻変動を議論するとともに、韮山高等学校における防災教育と生物教育・課題研究への活用を提言する。

II. ボーリング掘削

2021（令和3年）9月25日に、静岡県伊豆の国市四日町の韮山文化会館の芝地でオールコアボーリング掘削を行った（図2）。ボーリング掘削地点（世界測地系⁵⁾で北緯35度44分55.72秒、

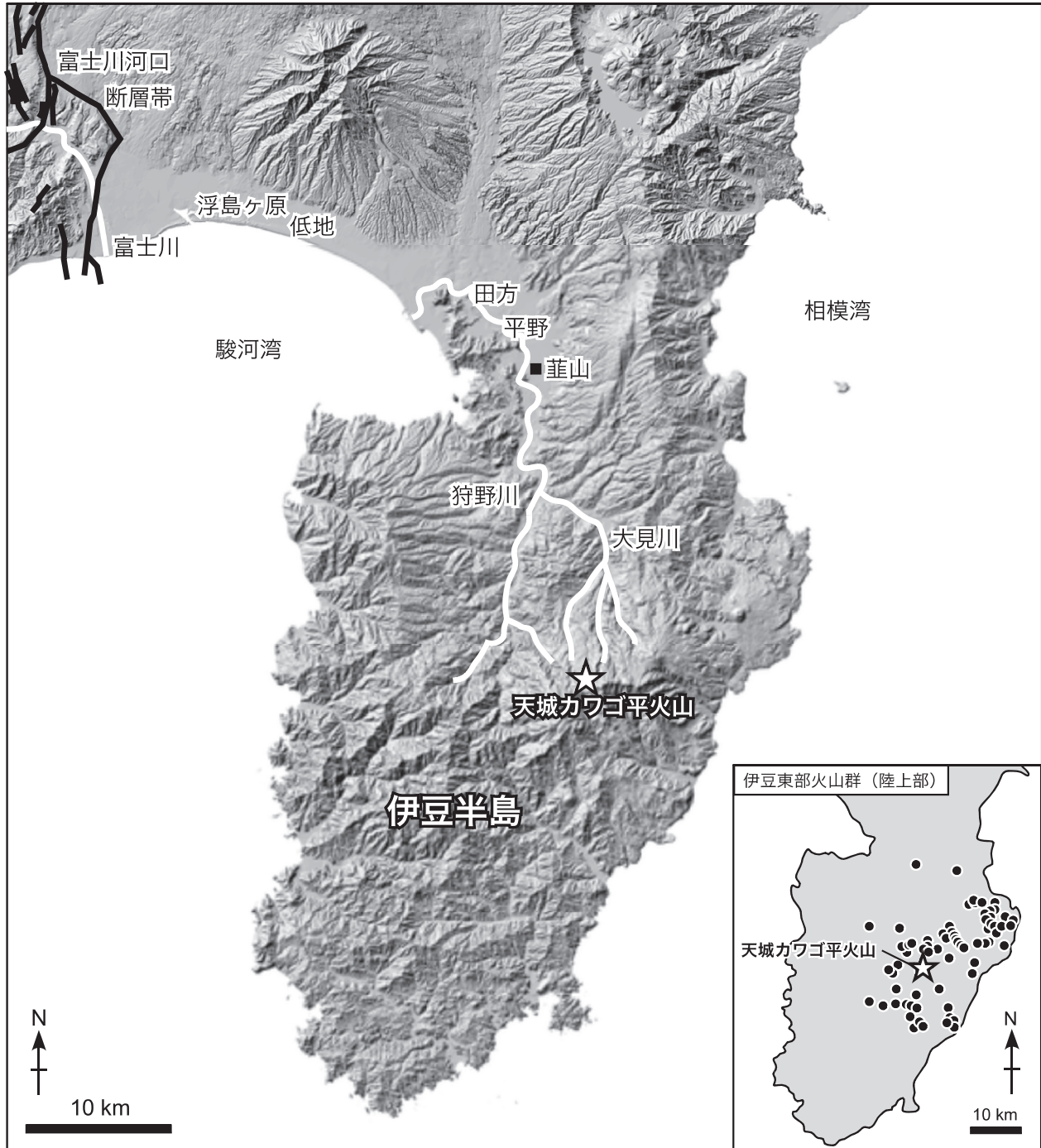


図1 伊豆半島と周辺の地形

陰影図および富士川河口活断層帯の位置は、地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp>) により作成。
伊豆東部火山群 (陸上部) の分布は、荒牧・葉室 (1977) による。

東経140度47分37.78秒)は、狩野川の後背湿地に位置する (大矢, 1960)。孔口標高⁶⁾は12.7 mである。

ボーリング掘削は、有限会社いどやに依頼した。クローラタイプ⁷⁾のバイブドドリル⁸⁾(ワイビーエム社製ECO-3V)を用いて掘削し、コアパック

式サンプラー⁹⁾を用いて、径86 mmのボーリングコアを1mずつ採取した (図3)。孔壁の保護のため、深度11 mまでケーシングパイプ¹⁰⁾を挿入し、全長12 mのコアを採取した。掘削後は、孔内に地下水観測用のパイプを挿入し、珪砂を充填して、地表を平坦にした。本研究では、ボーリ



図2 富士山文化会館におけるボーリング掘削地点
黒丸は、「静岡地質情報マップ」で公開された既存のボーリング柱状図の位置を示す。基図は地理院地図Vector (<https://maps.gsi.go.jp/vector/>) を使用。

ング掘削の施主（富士山高等学校）と場所（富士山文化会館）を反映して、採取されたコアをNH-NBコアと呼ぶことにする。

静岡県地理情報システム (<https://www.gis.pref.shizuoka.jp/?p=1>) の「静岡地質情報マップ」によれば、富士山文化会館に隣接する保育園で2本のボーリング柱状図、富士山文化会館から南に約200m、約300mの道路でそれぞれ1本のボーリング柱状図が公開されている。それらによれば、おおむね深度3～9mにカワゴ平火山泥流堆積物があり、その上位には腐植質のシルト層、下位には腐植質のシルト層と貝化石を含むシルト層がある。しかし、それらは公共工事に伴って得られた資料であり、地層の記載はごく簡単なものである。一



図3 富士山文化会館におけるボーリング掘削の様子

方、NH-NBコアは、地下12mまでの地層の実物標本であり、ボーリング柱状図ではわからない詳しい堆積環境や年代を得ることができる。

III. ボーリングコアの記載

ボーリングコアの柱状図は、コアの深度方向の粒径変化やコアに含まれる碎屑物などを示した模式図である。NH-NBコアの柱状図を図4に示す。また、コアの特徴的な層準¹¹⁾の写真を図5に示す。以下に、コアの層相¹²⁾を地表から深度方向に記載する。

深度0～1.00mは盛土である。深度0～0.52mは、芝の根茎を含み、団粒¹³⁾が発達する黒土層からなる。深度0.52～1.00mは径1～4cmの角礫を多く含むシルト¹⁴⁾層からなる。

深度1.00～2.20mは水田土壌である。暗色を呈し、径1～3cmの円礫や腐植を散在する塊状の

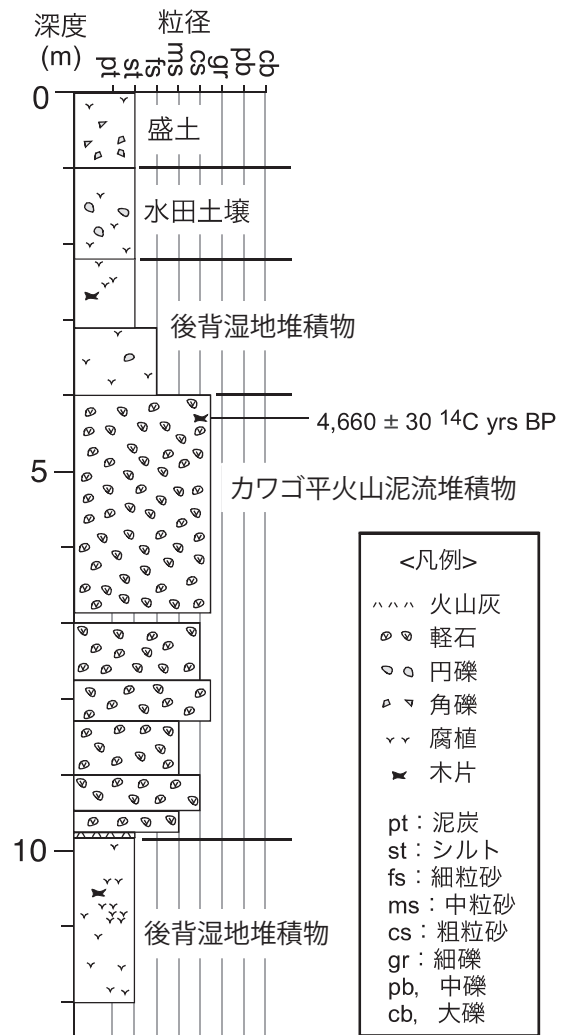


図4 NH-NBコアの柱状図

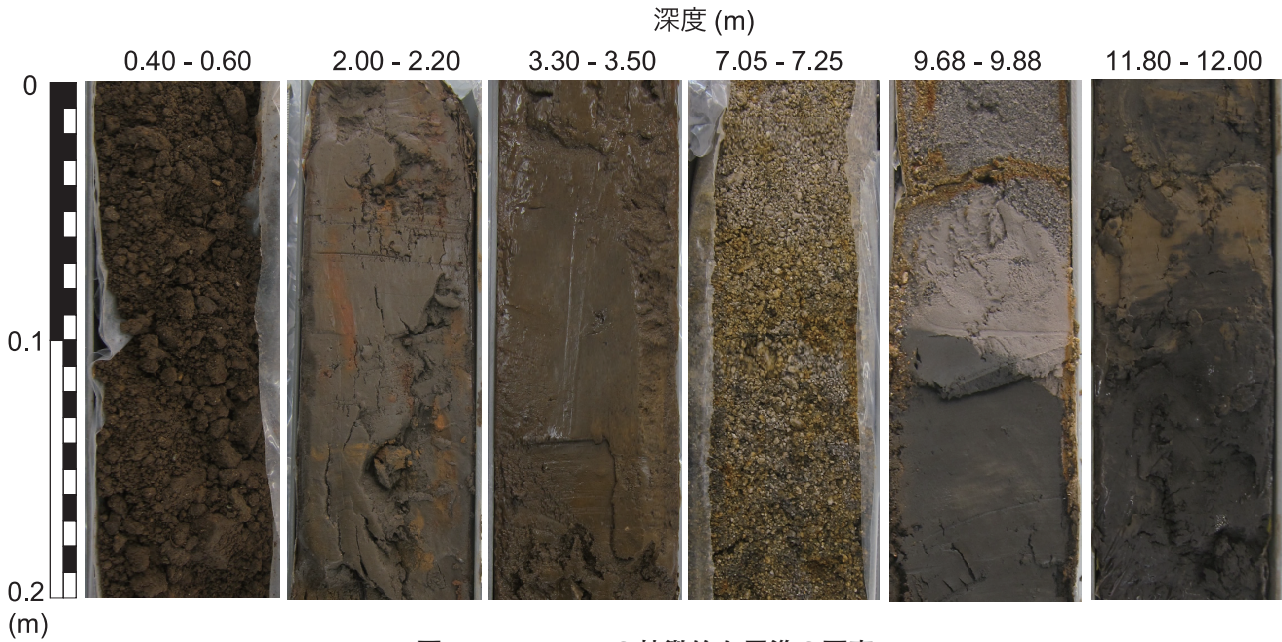


図5 H-NBコアの特徴的な層準の写真

シルト層からなる。深度2.00~2.20 mは、垂直方向に結核¹⁵⁾が発達し、やや締まっている。

深度2.20~4.00 mは後背湿地堆積物である。全体に腐植質で暗色を呈し、緻密で塊状のシルト~細粒砂層からなる。ヨシの茎、腐植、木片などの植物遺体を多く含む。深度3.50 m付近には径0.5~3 cmの円礫を含む。

深度4.00~9.81 mはカワゴ平火山泥流堆積物である。径0.5~3 cmの円磨された軽石や岩片を多量に含み、塊状の淘汰¹⁶⁾の悪い中粒~極粗粒砂層の互層¹⁷⁾からなる。軽石は白~灰色を呈し、発泡¹⁸⁾が悪い。深度9.75~9.81 mは、ベージュ色を呈する細粒火山灰層からなる。鏡下では、円磨された軽石型の火山ガラス¹⁹⁾が認められる。嶋田(2000)によれば、カワゴ平火山泥流堆積物はカワゴ平火砕流堆積物が二次的に移動し、再堆積したものである。また、カワゴ平火砕流堆積物の直下には灰かぐら堆積物 (co-ignibrite ash)²⁰⁾が認められる。したがって、深度9.75~9.81 mの細粒火山灰層は、灰かぐら堆積物が再堆積したものと考えられる。

深度9.81~12.00 mは後背湿地堆積物である。全体に腐植質で暗色を呈し、緻密なシルト層からなる。ヨシの茎、腐植、木片などの植物遺体を多く含む。深度3.50 m付近には径0.5~3 cmの円礫を含む。深度11.40 m以上では塊状であるが、それ以下では平行葉理²¹⁾がみられる。

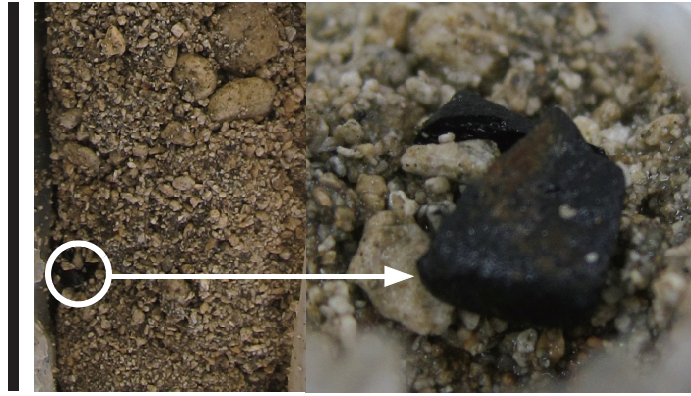
IV. 放射性炭素 (^{14}C) 年代測定

NH-NBコアの深度4.30 mでは、カワゴ平火山泥流堆積物の最上部から長さ1 cmの炭化木片が採取された(図6)。株式会社加速機分析研究所に依頼して、この木片をAMS ^{14}C 年代測定²²⁾に供した。年代値はLibbyの半減期²³⁾ 5,568年を用いて算出し、 $\delta^{13}\text{C}$ 値により同位体分別効果²⁴⁾の補正を行った。OxCal 4.2.4較正プログラム (Bronk Ramsey, 2009) とIntCal20較正曲線 (Reimer *et al.*, 2020) を用いて暦年較正²⁵⁾を行った。その結果、木片から $2,960 \pm 20$ yrs BP²⁶⁾の ^{14}C 年代と、西暦BC 1,219~1,155年(確率49.5%)、西暦BC 1,149~1,126年(18.8%)の暦年較正年代が得られた(表1)。

V. 授業実践

2022(令和4)年2月18日(金)の放課後に、ボーリングコアを用いた50分の授業実践を予察的に行った。参加した生徒は、地学をテーマとした課題研究を行っている理数科の2年生7名である。

最初に、過去の自然を調べるにはどうしたら良いか、地層から何が読み取れるかなど、生徒と質疑応答を行った。その後、生徒にNH-NBコアの全体を観察させ、何層に区分できるかを考えさせた(図7)。そして、上位から盛土、水田土壌、後背湿地堆積物、カワゴ平火山泥流堆積物、後背湿地堆積物の5層に区分されることを説明した。



10 cm

図6 カワゴ平火山泥流堆積物から見いだされた炭化木片

表1 放射性炭素年代測定の結果

測定物質	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C 年代	暦年較正年代	測定番号
		(1σ , ^{14}C yr BP)	(1σ , cal AD)	
木片	-25.85±0.20	2,960±20	1,219-1,155 cal BC (49.5 %)	IAAA-211204
			1,149-1,126 cal BC (18.8 %)	

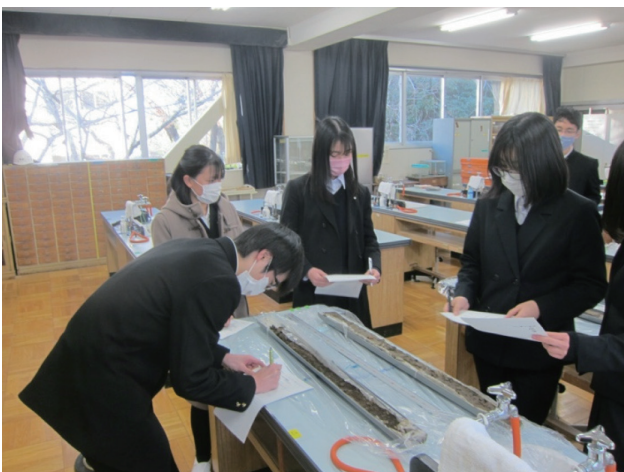


図7 ボーリングコアを観察する生徒の様子

また，各層の典型的な層相を詳しく観察させ，各層がどのような環境で堆積したかを考えさせた。生徒は，ボーリングコアを見るのは初めてであり，少しとまどっていたが，地層を指で触りながら，粒径の違いや軽石の特徴を確かめ，地層の区分を話し合っていた。最後に，スマートフォンで地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp>) を表示させて，天城カワゴ平火山の火口や溶岩流を示し，狩野川，大見川に沿って火山泥流が流下したことを

説明した。また，田方平野の下には更新世の最終氷期に形成された谷があり，完新世の後氷期に狩野川の堆積物が谷を埋積して平野ができたことと，それはグローバルな気候変化と海面変動によることを説明した。

VI. 議論

(1) カワゴ平火山泥流堆積物による田方平野の荒廃化

天城カワゴ平火山の噴出物は，下位から火砕サージ堆積物，降下軽石堆積物，火砕流堆積物，溶岩の4層に区分され，これらの間には堆積間隙を示す風化火山灰土層が認められないことから，各層は休止期を挟まずに連続的に堆積したとされている（嶋田，2000）。降下軽石堆積物と火砕流堆積物に含まれる炭化した木片や立木からは複数の ^{14}C 年代が得られており（Kigoshi and Endo, 1963；葉室，1977；Tani *et al.*, 2013），年輪ウィグルマッチング法²⁷⁾による3,151～3,126 yrs BPの ^{14}C 年代と西暦BC 1,210～1,187年（Tani *et al.*, 2013）の暦年較正年代が最も高精度な天城カワゴ平火山の噴火年代と考えられる（青木，2020）。

このように，天城カワゴ平火山の火砕流堆積物の年代は得られているが，従来，火山泥流堆積物

の年代は得られていなかった。そのため、天城カワゴ平火山の噴火時期は分かっていたが、火山周辺において噴火の二次的な影響が続いた時間は分からなかった。本報告では、カワゴ平火山泥流堆積物の年代を初めて得ることができた。そこで、天城カワゴ平火山の下流に位置する田方平野において、火山泥流の影響を議論する。

カワゴ平火山泥流堆積物はNH-NBコアの深度4.00~9.81 mに位置し、その最上部に含まれる炭化木片から $2,960 \pm 20$ yrs BPの ^{14}C 年代と、西暦BC 1,219~1,155年、西暦BC1,149~1,126年)の暦年較正年代が得られた。天城カワゴ平火山の噴火とカワゴ平火山泥流堆積物の暦年較正年代はほぼ同じであることから、火山の噴火直後に、火山泥流堆積物の全層厚が地質学的には一瞬の間に堆積したことになる。そして、狩野川の氾濫原が火山泥流堆積物に埋積され、裸地になったとしても、すぐにヨシなどの植生が回復したと考えられる。したがって、カワゴ平火山泥流堆積物による田方平野の荒廃化はごく短期間であったと思われる。

(2) 田方平野における後期完新世の地殻変動

カワゴ平火山泥流堆積物は、田方平野の地下では層厚2~8 mの軽石質砂礫層として認められており(土・高橋, 1972; 高橋, 1980; 松原, 1984; 嶋田, 2000; (株)富士和, 2001), NH-NBコアでは深度4.00~9.81 mに位置する。「静岡地質情報マップ」によって、カワゴ平火山泥流堆積物に対応する軽石質砂礫層をボーリング柱状図から抽出した結果、火山泥流堆積物の基底の標高は、狩野川沿いに下流に向かって低くなり、狩野川と黄瀬川の合流点から1~2 km上流(地点D, E)では、標高約-9 mであった(図8)。田辺ほか(2012)によれば、天城カワゴ平火山の噴火当時の海水準はほぼ現在と同じである。したがって、田方平野は後期完新世に沈降していたことになり、平野の周辺に海成段丘が分布しないことと整合的である。田方平野の西側にある浮島ヶ原低地では、中期完新世以降に沈降運動が生じており(羽田野ほか, 1979; 松原, 1984, 1989; 藤原ほか, 2006, 2007, 2008; 小松原ほか, 2007), 1854年の安政東海地

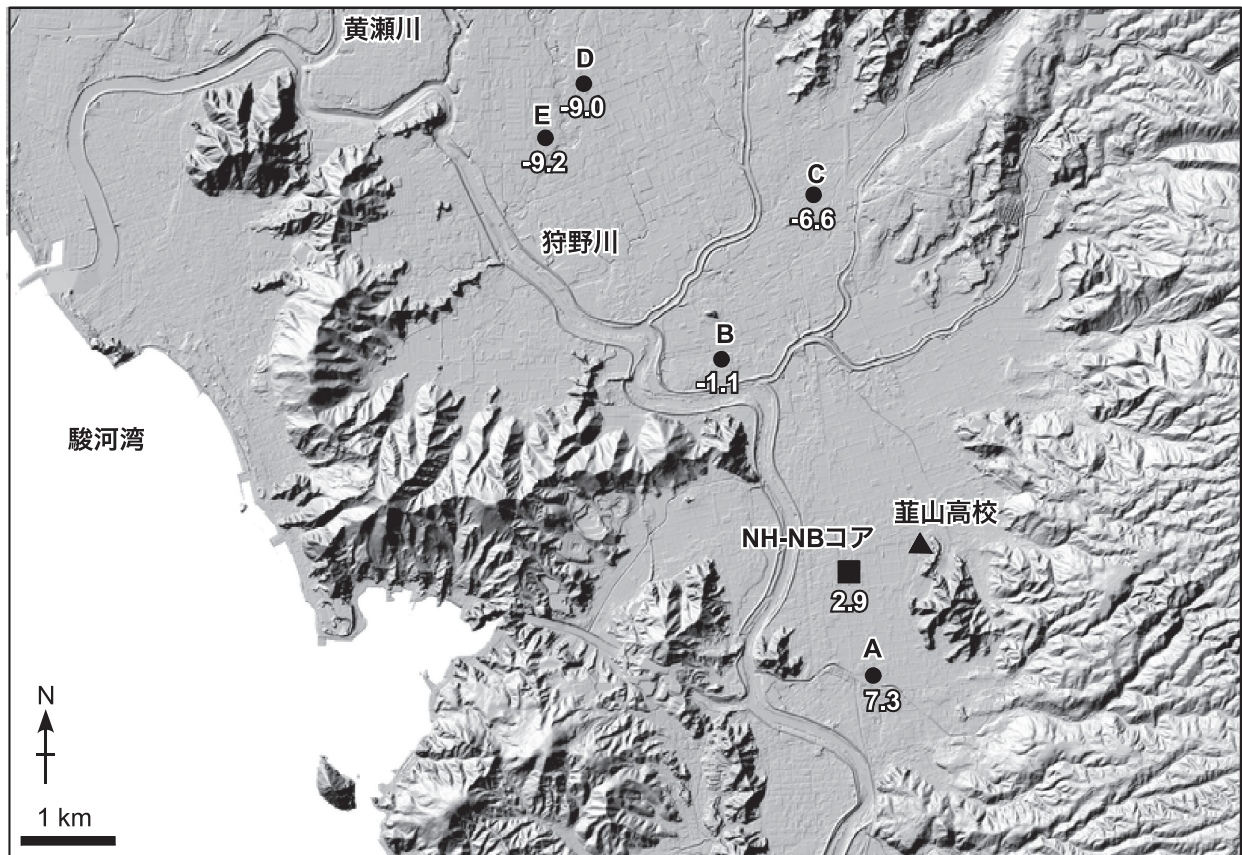


図8 カワゴ平火山泥流堆積物の基底の標高 (m)

A~Eはカワゴ平火山泥流堆積物に対応する軽石質砂礫層が見られるボーリング柱状図の位置。陰影図は地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp>) により作成。

震の際にも沈降の記録がある(羽鳥, 1976; 石橋, 1984). また, 1900年から1973年の間に, 浮島ヶ原低地で10~20 cmの沈降が生じている(国土地理院地殻調査部(1978)). このように, フィリピン海プレート北縁部の田方平野から浮島ヶ原低地にかけては, 完新世に沈降運動が継続している.

カワゴ平火山泥流堆積物の基底を当時の地表面とし, 狩野川の河床高度が約3,000年間で同じとすると, NH-NBコアを掘削した葦山付近では盛土を除いて約9 m沈降したことになる. したがって, 田方平野南部における約3,000年間の平均沈降速度は, 約3 mm/年と見積もられる. これは, 浮島ヶ原低地における中期完新世以降の平均沈降速度, 3 mm/年(羽田野ほか, 1979), 2.5~2.3 mm/年(藤原ほか, 2008)と同程度であり, 総合的である.

(3) ボーリングコアの防災教育と生物教育への活用

NH-NBコアは, 火山と地震に関する防災教育に活用できる. カワゴ平火山泥流堆積物は, 山地内を流れる大見川, 狩野川沿いと, 田方平野の地下に広く認められている(嶋田, 2000). NH-NBコアを生徒に観察させ, 後背湿地堆積物の間に火山泥流堆積物がはさまれることに気づかせると, 伊豆半島中央部で火山が噴火した時に, 火口周辺で噴出物による被害が生じるだけでなく, それらが二次的に移動して, 下流の平野でも広い範囲で被害が生じることを教えることができる. また, 浮島ヶ原低地に西側にある富士川河口断層帯は, ユーラシアプレートの下にフィリピン海プレートが沈み込んでいる駿河トラフの陸上延長である(Yamazaki, 1992; Yamazaki *et al.*, 2002). そのため, 富士川河口断層帯の活動によって, フィリピン海プレート上の浮島ヶ原低地は沈降している(藤原ほか, 2006, 2007, 2008; 小松原ほか, 2007). NH-NBコアでは, 火山泥流堆積物の基底が深度約10 mにあり, 葦山付近では地盤が沈降していることに気づかせると, 西南日本におけるプレート運動や地震による地盤の変動を教えることができる.

ボーリングコアは, 地層を野外観察する代替方法として, 地学の授業での活用がなされている(例えば, 川村教, 2006; 川村教ほか, 2005; 川村寿, 2013; 山本・渡邊, 2013; 村田, 2014; Ueki and Shoda, 2019など). また, 野外の露頭

よりも, 詳しく時間をかけて地層を観察させたり, 貝化石や微化石を分析することができるため, 堆積環境の変化を考察させることなどにも使われている(川村教ほか, 2005; 宇佐美, 2008; 吉川, 2017; 川村寿ほか, 2018; 田中, 2021など). 本報告の授業実践は, 今後, それらの研究のようにNH-NBコアを活用するための予察的なものである.

しかし, 葦山高等学校では, カリキュラム上地学が開設されていないため, NH-NBコアを生物の授業や課題研究で活用することを考えた. 狩野川の氾濫原では, カワゴ平火山泥流堆積物に一瞬の間に埋積され, 裸地になったのちに, ヨシなどの植生が回復した. 火山泥流堆積物には種実, 胞子, 地下茎などの植物体が含まれているため, これは二次遷移と捉えることができる. NH-NBコアの火山泥流堆積物から後背湿地堆積物の変化に気づかせると, 平野における二次遷移を教えることができる. また, ボーリングコアに含まれるケイソウ化石から堆積環境を推定したり, 花粉化石や大型植物化石から周辺の植生を復元するような研究を行うこともできる. このように, NH-NBコアは生態学に関する生物教育や課題研究にも活用できる.

VII. おわりに

静岡県伊豆の国市における深度12 mのNH-NBコアは, 地表から深度方向に, 盛土, 水田土壌, 後背湿地堆積物, カワゴ平火山泥流堆積物, 後背湿地堆積物の5層に区分される. 木片のAMS ^{14}C 年代から, 火山泥流堆積物は火山の噴火直後に一瞬の間に堆積し, 火山泥流堆積物による田方平野の荒廃化はごく短期間であったと思われる. 火山泥流堆積物の基底と現在の地表面との標高差から, 約3,000年間の平均沈降速度は約3 mm/年と見積もられる.

葦山高等学校において, NH-NBコアを用いた予察的な授業実践を行い, そのコアは防災教育と生物教育に活用できることが示された. 今後は, NH-NBコアを用いた授業実践を本格的に行い, アンケート調査などによって, 生徒の反応や教育効果を定量的に確かめる予定である. また, ボーリング孔内の地下水観測を開始し, 地下水の季節変動や気象との関係を研究する予定である.

謝辞

韮山文化会館におけるボーリング調査は、武田科学振興財団による2021年度中学校・高等学校理科教育振興助成によって実施された。韮山文化センターでのボーリング調査にあたっては、伊豆の国市観光文化振興課の渡邊雅彦様にお世話になった。匿名査読者のコメントによって、本報告は改善された。以上の方に深く感謝いたします。

注

- 1) 火山碎屑岩：火山から噴出された溶岩が水中で破碎されたり、軽石や岩片が流水で運搬された火山碎屑物（火砕物）からなる堆積岩。
- 2) 火砕サージ：火山の噴火の際に発生する火山ガスと火山碎屑物が混合した高温の爆風。
- 3) 火山泥流（ラハール）：火山から噴出された高温の火山碎屑物が水と一体となった流下した泥流。山腹に堆積した火山碎屑物が侵食され、二次的に流下したものも含む。
- 4) オールコアボーリング：柱状の地質試料（コア）を採取するボーリング掘削。
- 5) 世界測地系：地球上の緯度・経度の基準となる国際的に定められた測地基準系。
- 6) 孔口標高：ボーリング掘削で地表にできた孔の標高。
- 7) クローラタイプ：自走式のキャタピラー。
- 8) バイブロードリル：振動式のドリル。
- 9) コアパック式サンプラー：ビニールのパックの中にコアを入れる方法。
- 10) ケーシングパイプ：掘削孔が崩れないようにする鉄管。
- 11) 層準：コアの中の特定の場所。
- 12) 層相：コアの目で見た特徴。
- 13) 団粒：土壌が粒状の構造をなすもの。
- 14) シルト：砂より細かく、粘土より粗い粒子の大きさ。
- 15) 結核：土壌中の鉄やマンガンからなる粒状の模様。
- 16) 淘汰：粒子の大きさがそろっていること。
- 17) 互層：複数の特徴が異なる地層が重なること。
- 18) 発泡：火山ガスが抜けた気泡。
- 19) 火山ガラス：マグマが地表で急冷されてできた天然のガラス。
- 20) 灰かぐら（co-ignibrite ash）：火砕流から細

かい粒子がまき上げられたもの。

- 21) 平行葉理：地層中の粒子の平行な縞状の模様。
- 22) AMS ^{14}C 年代測定：加速器を用いた放射性炭素年代測定法。
- 23) Libbyの半減期：放射性炭素年代測定法で国際的な慣習として使用される ^{14}C の半減期。
- 24) 同位体分別効果：物理学的・化学的プロセスにより同位体比が変わること。
- 25) 暦年較正：過去の大気中の ^{14}C 変動に、大気中の ^{14}C 濃度が一定でLibbyの半減期から算出された ^{14}C 年代を対応させた較正曲線を用いて、実際の年代値の範囲を求めること。
- 26) BP：1950年から何年前。
- 27) 年輪ウイグルマッチング法：年代間隔が明確な1本の樹木に対して、複数の年輪の ^{14}C 年代値と暦年較正曲線のパターンとマッチングさせて、暦年較正の精度を高める ^{14}C 年代測定の方法。

参考文献

- 青木かおり（2020）. 「天城カワゴ平テフラ（Kg）の分布と噴出年代に関する一考察」. 『昭和女子大学文化史研究』 23, 39-49.
- 荒巻重雄・葉室和親（1978）. 「東伊豆単成火山群の地質 - 1975-1977中伊豆の異常地殻活動に関連して -」. 『地震研究所彙報』 52, 235-278.
- Bronk Ramsey, C. (2009). 「Bayesian analysis of radiocarbon dates」. 『Radiocarbon』 51, 337-360.
- 藤原 治・小松原純子・澤井祐紀（2006）. 「静岡県浮島ヶ原の湿地堆積物に見られる層相変化と南海トラフ周辺地震との関係（速報）」. 『活断層・古地震 研究報告』 6, 89-106.
- 藤原 治, 澤井祐紀, 守田益宗, 小松原純子, 阿部恒平（2007）. 「静岡県中部浮島ヶ原の完新統に記録された環境変動と地震沈降」. 『活断層・古地震研究報告』 7, 91-118.
- 藤原 治, 入月俊明, 三瓶良和, 春木あゆみ, 友塚 彰, 阿部恒平（2008）. 「駿河湾北岸浮島ヶ原の完新世における環境変化」. 『活断層・古地震研究報告』 8, 163-185.
- 羽田野誠一, 津沢正晴, 松島義章（1979）. 「駿河湾北岸の完新世垂直変動と測地的上下変動」. 『地震予知連絡会会報』 21, 101-106.
- 葉室和親（1977）. 「伊豆半島大室山天城側火山群

- 地久保中央火口丘降下スコリア, カワゴ平火砕流の ^{14}C 年代]. 『火山 第2集』 22, 277-278.
- 羽鳥徳太郎 (1976). 「安政地震 (1854年12月23日) における東海地方の津波・地殻変動の記録 - 明治25年静岡県下26ヶ町村役場の地震報告から -」. 『東京大学地震研究所彙報』 51, 13-28.
- 石橋克彦 (1984). 「駿河湾地域の地震時地殻上下変動」. 『第四紀研究』 23, 105-110.
- (株)富士和 (2001). 「田方平野の表層地質」. 『静岡地学』 83, 17-24.
- 川村教一 (2006). 「土質調査用ボーリング試料を利用した対比学習の教材化の留意点: 香川県高松平野での検討から」. 『地学教育』 59, 167-176.
- 川村教一, 安原盛明, 廣瀬孝太郎, 村上晶子 (2005). 「古環境復元の教材化: 大阪平野新淀川コア中の完新世微化石および貝類化石を用いて」. 『地学教育』 58, 215-224.
- 川村寿郎 (2013). 「理科学習における地質ボーリング資料の利用 - 仙台地域を例とした展開方法 -」. 『宮城教育大学紀要』 48, 105-111.
- 川村寿郎, 菅澤丹杜, 島本昌憲 (2018). 「宮城教育大学上杉地区における地質ボーリングコア標本と理科学習での活用」. 『宮城教育大学紀要』 52, 123-131.
- Kigoshi, K. & Endo, K. (1963). 「Gakushuin natural Radiocarbon measurement II」. 『Radiocarbon』 5, 109-117.
- 国土地理院地殻調査部 (1978). 「東海地方の地殻変動」. 『地震予知連絡会会報』 19, 96-98.
- 小松原純子, 宍倉正展, 岡村行信 (2007). 「静岡県浮島ヶ原低地の水位上昇履歴と富士川河口断層帯の活動」. 『活断層・古地震研究報告』 7, 119-128.
- 松原彰子 (1984). 「駿河湾奥部沖積平野の地形発達史」. 『地理学評論 Series A』 57, 37-56.
- 松原彰子 (1992). 「静岡県浮島ヶ原・雌鹿塚遺跡における自然環境と人間活動の変遷」. 『第四紀研究』 31, 221-227.
- 村田恵子 (2014). 「小学校理科における地質ボーリング資料の教材化: 明石市域を例として」. 『教育諸学研究』 27, 31-41.
- 大矢雅彦 (1960). 「狩野川中・下流域水害地形分類図」. 『地理学評論』 33, 156-162.
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsay, C., Butzin, M., Cheng, H., Edward R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. and Talamo, S. (2020). 「The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0-55 cal kBP)」. 『Radiocarbon』 62, 725-757.
- 嶋田 繁 (2000). 「伊豆半島, 天城カワゴ平火山の噴火と縄文時代後~晩期の古環境」. 『第四紀研究』 39, 151-164.
- 高橋 豊 (1980). 「黄瀬川扇状地とその形成過程」. 『静岡地学』 41, 4-13.
- 田辺 晋, 中島 礼, 内田昌男, 柴田康行 (2012). 「東京低地臨海部の沖積層にみられる湾口砂州の形成機構」. 『地質学雑誌』 118, 1-19.
- 田中俊雄 (2021). 「学校建設時のボーリング資料を活用した珪藻分析による堆積環境の復元」. 『地学教育』 73, 15-32.
- Tani, S., Kitagawa, H., Wan H., Park, JH., Sung, KS., & Park, G. (2013). 「Age Determination of the Kawagodaira Volcanic Eruption in Japan by ^{14}C Wiggle-Matching」. 『Radiocarbon』 55, 748-752.
- 土 隆一, 高橋 豊 (1972). 「東海地方の沖積海岸平野とその形成過程」. 『地質学論集』 7, 27-37.
- Ueki, T. and Shoda, K. (2019). 「Rent-a-core service: in-class observation of a sediment core substituted to field observation of outcrop」. 『The University Bulletin of Chiba Institute of Science』 12, 131-138.
- 宇佐美徹 (2008). 「ボーリングコアを利用した地層の学習: 身近な大地のおいたちをさぐる」. 『フォーラム理科教育』 9, 15-20.
- 山本裕子・渡邊重義 (2013). 「大地のつくりと変化」における地域教材の開発 - ボーリング資

- 料の活用と地層モデル実験の検証－」. 『日本科学教育学会研究会研究報告』 28, 25-30.
- Yamazaki, H. (1992). 「Tectonics of a plate collision along the northern margin of Izu Peninsula, central Japan」. 『Bulletin of the Geological Survey of Japan』 43, 603-657.
- Yamazaki, H., Shimokawa, K., Mizuno, K. & Tanaka, T. (2002). 「Off-fault paleoseismology in Japan: with special reference to the Fujikawa-kako fault zone, central Japan」. 『Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University』 37, 1-14.
- 吉川武憲 (2017). 「大阪平野沖積層中の海成粘土層を認識させる ボーリング資料の教材化」. 『近畿大学教育論叢』 29, 43-58.