

セン川下流域における現成チャネル堆積物の累重様式 Accumulation patterns of in-channel modern deposits in the lower Stung Sen River

南雲 直子^{1*}; 須貝 俊彦²; 久保 純子³; 岡積 敏雄¹
NAGUMO, Naoko^{1*}; SUGAI, Toshihiko²; KUBO, Sumiko³; OKAZUMI, Toshio¹

¹ 土木研究所 ICHARM, ² 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ³ 早稲田大学教育学部
¹ ICHARM, PWRI, ² Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, ³ School of Education, Waseda University

カンボジア中央部を流下するセン川はトンレサップ水系最大の支流であり、沖積低地発達区間である下流域の河川勾配は 0.1 ‰以下と非常に緩い。モンスーンによる降水量の変動によって低地には毎年洪水が訪れるとともに、侵食基準面であるトンレサップ湖の水位が周期的に 8 m 程度変化することから、セン川による土砂運搬プロセスも季節によって変化すると考えられる。調査地付近のセン川は、沖積低地を蛇行しながら流下し、河道位置の遷移を示すメアンダーベルトや後背湿地を形成してきた (Nagumo et al., 2013)。チャネル底は後背湿地面よりも 10 m 近く低い位置にあり、チャネル内部の屈曲部には、乾季の水位低下に伴って 4 種類の特徴的な形態を有するチャネルバーが出現する。これらのうち、下流側の凹状河岸に出現するバーに関して断面を観察した結果、全体として逆級化を示す砂泥互層が観察された。さらに、堆積物中に狭在するプラスチック片に刻印された製造日が調査時より数年以内にあることから、これらの堆積物はごく最近堆積したものであり、洪水レジームの変化に応答して、部分的に入れ替わっていることが示唆された。チャネルバーでみられるこうした堆積物の特徴は、雨季-乾季の年周期よりも短い周期で起こる河川水位・流量の変動に応答してバーが形成されたことを示唆しており、近年の洪水履歴やそのパターンの把握に重要な情報となり得る。

キーワード: 沖積平野, メアンダー, モンスーン, 水位変化, トンレサップ湖, カンボジア
Keywords: fluvial lowland, meander, monsoon, water level fluctuation, Lake Tonle Sap, Cambodia

航空レーザ DEM による九十九里平野の浜提列群の発達過程 Development of Strandplain Ridges Group in the Kujukuri Coastal Plain by LiDAR DEMs

大井 信三^{1*}; 七山 太²; 中島 礼²
OOI, Shinzou^{1*}; NANAYAMA, Futoshi²; NAKASHIMA, Rei²

¹ 国土地理院/産総研, ² 産総研
¹ GSI/AIST, ² AIST

はじめに

長大な浜提列が発達する九十九里平野の地形発達史や発達過程については、森脇 (1979) や増田ほか (2001) において、詳しく述べられている。近年航空レーザ測量による詳細な DEM データが整備され、九十九里平野においても、この DEM データを利用することが可能となった。そこでこのデータで平野の微地形を分析し、従来述べられていなかった浜提列群の発達過程、特に南北の差違について考察を行った。

等時間線としての浜提列

1m 間隔での標高段彩図では、浜提列の繋がりを良く追うことができ、この浜提列の繋がりは等時間線と捉えることができる。森脇 (1975) は、この浜堤を内陸から海岸まで、第 I 砂提群 (S I)、第 II 砂提群 (S II)、第 III 砂提群 (S III) と 3 区分したが、本稿でもそれを踏襲しそれぞれ S1, S2, S3 と区分する。また増田ほか (2001) は片貝海岸から東金にかけて海岸線に直行する縦断面で連続ボーリングを行い、試料の ¹⁴C 年代から等時間線を引いた。これらからそれぞれの浜提列群の年代は、S1 が約 6-4Ka, S2 は約 4-2Ka, S3 は約 1.5Ka から現在に形成されたことになる。

南北で異なる浜提列群

浜提列群の発達を標高段彩図で見ると北東部で S2 が良く発達し、南部の茂原低地の ¹⁴C 年代は 7-5Ka を示し S1 が発達する。一方南部では S2 は貧弱である。つまり南部の方が S1 が発達し早く離水したことによる。この原因は南部が隆起していること、また茂原付近では基盤となる上総層群の波食棚が広く発達していることによると思われる。

沿岸漂砂の供給と浜提列

標高段彩図では、浜堤を形成した沿岸漂砂の供給方向も推測することが出来る。方向は浜提間低地を流れる河道の方向から河口偏倚を推測する。また浜堤がより古い浜堤に「アバット」する様相や南北の沿岸漂砂の会合点 (宇多ほか, 2000) で、南北の浜堤の位置に食い違いが生じることでも推測が可能である。

S1 は北東部では、谷の出口に台地・丘陵の両側から浜堤が伸びており、高海面時の砂嘴が起源と考えられる。南部 (埴生川) では河谷内部に浜堤が形成され、浜堤の位置が内陸に寄っている。

S2 は河道の南への偏倚や浜堤が南側に「アバット」する様子が見られ、南部の南白亀川が南北の沿岸漂砂の会合点で、S2 の大半が北からの沿岸漂砂であることが推測できる。

S3 は大網白里市堀川付近で南北の河口偏倚が見られないので、南北の沿岸漂砂の会合点と思われる。

以上から S1 は、縄文海進海進期・最盛期に丘陵や台地を侵食した砂が起源と考えられる。S2 は大半が北東の屏風ヶ浦が起源と考えられ、北東部で S2 の発達が良いのはそのためである。南部で S2 の発達が貧弱なのは、南からの漂砂の供給源 (星上ほか, 2006) である夷隅川の河口がまだ埋積されていなかったため、供給が少なかったと考えられる。そして S3 になって初めて南北の沿岸漂砂のバランスがとれるようになったと言える。

九十九里平野の地殻変動

標高段彩図によれば S1 の標高は 10m、中部では 7m と下がり、北東部では 9m と再び標高が上がる、S2 は南部が 4.5m なのに対し、北東部の方が 7m と高い。S3 は南部で 1.5m、北東部では 3m である。低地背後の下総台地木下層の MIS5e 面の標高で見ると、南部で標高は 100m を越え、中部の栗山川沿いで 35m と一旦低くなるが、北東部で 65m と再び高くなることから、台地の MIS5e 面と同様な地殻変動が九十九里平野にも反映していると考えられる。これは北東部の鹿島隆起帯と南部の房総隆起帯の二つの構造運動が影響しており、それぞれの構造運動の活動時期が異なるためであろう。

【引用文献】 星上幸良ほか 2006, 海洋開発論文集 22: 403-408. 増田富士雄ほか 2001, 第四紀研究 40: 223-233. 森脇 広 1979, 第四紀研究 18: 1-16. 宇多高明ほか 2000, 海岸工学論文集 47: 686-690.

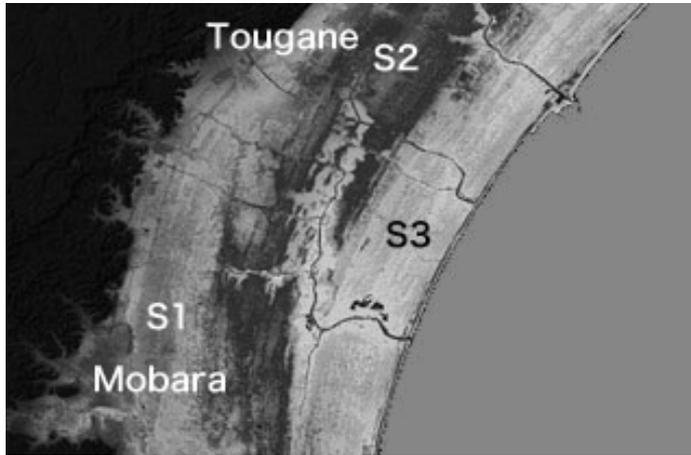
キーワード: 九十九里平野, 浜提列, 航空レーザ DEM

Keywords: Kujukuri Coastal Plain, Strandplain ridge, LiDAR DEMs

HGM22-P02

会場:3階ポスター会場

時間:4月30日 18:15-19:30



奈良盆地における沖積層発達を規定する要因 Controlling factor on evolution of late Pleistocene to Holocene sequences in Nara Basin

堀 和明^{1*}; 伊藤 信朗¹; 高田 将志²
HORI, Kazuaki^{1*}; ITO, Nobuaki¹; TAKADA, Masashi²

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科地理学講座, ² 奈良女子大学文学部人文社会学科

¹Department of Geography, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ²Department of History, Sociology and Geography, Faculty of Letters, Nara Women's University

沖積層研究は、地下に海成層の分布する臨海部で数多くおこなわれてきた。臨海部での研究が蓄積され、沖積層の形成が氷河性海水準変動との関係で詳細に議論されるようになった一方で、内陸部の沖積層の発達過程には不明な点が多く残されている。本研究では研究事例が少なく、形成過程を支配する要因について理解が進んでいない奈良盆地を対象として、沖積層の特徴および発達過程を規定する要因について考察した。

盆地中央部の大和郡山市馬司で掘削した2本のオールコア堆積物(MK1, MK2)を用いて堆積相解析と放射性炭素年代測定をおこなうことで沖積層の基底を明らかにした。また、既存のボーリング柱状図を用いて岩相およびN値をもとに、奈良盆地および大和川下流域の河内平野において上部更新統と沖積層とを区分した。河内平野では、最終氷期最盛期頃の旧大和川の流路の推定をおこなった。完新世後期の堆積速度の変化をみるために橿原考古学研究所が発行する、奈良県遺跡調査概報に記載されている遺構検出面埋没深度の平均値を日本史の時代区分ごとに求めた。

MK1コアの深度287 cmおよび250 cmから得られた木片はそれぞれ23,890 cal BP, 2,320 cal BPの値を示し、MK2コアの深度375 cmから得られた木片は39,980 cal BPの値を示した。これらの年代値から沖積層の層厚は3 m程度と見積もられた。この層厚は従来研究で得られている放射性炭素年代値と調和的である。また、沖積層の堆積はおおよそ2,000 cal BP以降に開始した可能性が考えられる。この結果は大阪湾の海面カーブに対応しておらず、盆地内の沖積層形成は海水準変動の影響を受けていないと考えられる。大阪湾の海水準変動は沿岸部の河内平野における河床勾配を変化させるが、硬度が高い白亜系および新第三系の火成岩が河床を構成する生駒山地内の亀の背狭窄部の河床は、河内平野よりも相対的に遅い速度で下刻が進行したと考えられる。大阪湾の海面変動の影響は亀の背狭窄部より上流域に及びにくいことから、奈良盆地の侵食基準面は、亀の背狭窄部における大和川の水面標高であるといえる。

既存ボーリング柱状図から作成した奈良盆地における南北方向の地形地質断面図から、盆地南部の沖積層が北部に比べて相対的に厚いことがわかる。盆地南部の流域面積が北部に比べて2.3倍大きいことから、盆地南部において沖積層の層厚が大きいことは、流域面積の大きさに依存している可能性が考えられる。盆地中央部から南部にかけて自然堤防がよく発達していることから、洪水氾濫の頻度が高かったことが推測される。弥生時代～鎌倉時代の遺構検出面深度の値からは飛鳥時代以降の堆積速度の増加が示唆された。従来研究の花粉分析結果によれば、この時期には既に植生の二次林化が進行していたことから、人間活動による山地の荒廃が供給土砂量を増加させ、沖積層の形成に影響を与えたことも考えられる。

キーワード: 沖積層, 内陸盆地, ボーリング柱状図, 奈良盆地

Keywords: Late Pleistocene to Holocene sequences, inland basin, borehole log, Nara Basin

雲仙水無川導流堤の堤外地における微地形変化の定量的評価 Quantitative Evaluation of Microtopography in the Riverside Land of the Mizunashigawa River, Japan

小倉 拓郎^{1*}; 青木 賢人²
OGURA, Takuro^{1*}; AOKI, Tatsuto²

¹ 金沢大学人文学類, ² 金沢大学地域創造学類

¹School of Humanities, Kanazawa University., ²School of Regional Development Studies, Kanazawa University.

研究の全体像・結果

本研究では、1990年に平成噴火が起こった雲仙普賢岳を源流にもつ水無川について、新たに地形改変を施して建設された導流堤の堤外地における侵食力の転換や微地形変化を定量的に評価した。本対象地域は人工的に整地されて侵食基準面がリセットされているため従来の地形発達史では議論できない定量的な評価で議論することができる。

研究の結果、堤外地の地形は、堤外地内の遊砂地が整備された1998年以降約7年間は地形を変化させるほどの大規模な土石流は発生しておらず、細かな流路網を形成し側刻が進んだが、2005年には流水の減少に伴い地形が安定し、堤外地内の土砂が安定した。2005~2008年の短期間に集中して発生した土石流によって表面の植生を流出し、側刻から下刻に転じ、以降流路が固定化され、2011年以降急速な植生の回復が進行し、堤外地内の地形がより安定性を増したことが分かった。

対象地概要

水無川では平成噴火後20数年経過した現在でも時間雨量20~30mm程度の小雨量でも土石流の発生が見られる。火山災害の被害を最小限に抑えるために、水無川では島原湾に向かって導流堤を建設するなど、現在も砂防事業が継続されている。

調査手法と結果

・GISによる裸地面積率の算出

1998年を侵食基準面とした堤外地の裸地面積率は経年することに減少し、2003年の91.62[%]から2005年の50.32[%]へと急激に面積が小さくなっている。2008年には58.66[%]と増加し、以降微増・微減を繰り返している。

・GISによる流路延長比の算出

2008年以降の同一の流路について流路延長比を算出した。計算の結果、2008年が1.11、2011年及び2013年が1.10となり、流路の固定化が定量的に評価できた。

・侵食断面測量と現地観察

測量データからガリー幅は8.27[m]であり、雲仙復興事務所(2011)で報告されている上流域でのガリー侵食と幅の規模がほぼ等しい。原面からの年平均侵食速度(v)を算出すると $v=4.66[\text{cm/year}]$ となった。また、この地域での最大侵食深から最大下刻速度(Mv)を算出すると、 $Mv=20.6[\text{cm/year}]$ となった。これより下方侵食よりも側方侵食のほうが規模が大きく、下刻に転じたのは近年であることが分かる。

文献

国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所.2011.「雲仙2011砂防事業の概要」.

キーワード: 地形プロセス, ガリー侵食, 土石流, GIS, 雲仙普賢岳

Keywords: geomorphological process, gully erosion, debris flow, GIS, Unzen Volcano

中国山地の溶結凝灰岩地域における土砂流出イベントの発生年代—島根県津和野町
における一事例—
Timing of sediment discharge events on a welded tuff slope in Chugoku Mountains, Japan

若月 強^{1*}; 山田 隆二¹
WAKATSUKI, Tsuyoshi^{1*}; YAMADA, Ryuji¹

¹ 独立行政法人 防災科学技術研究所

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2013 年 7 月 28 日の豪雨により山口県と島根県では、数多くの斜面災害が発生した。特に、島根県津和野町とそれに隣接する山口市阿東地区では、上部白亜系阿武層の流紋岩—デイサイト溶結凝灰岩からなる山地斜面において、多数の表層崩壊と土石流が発生した。これらの土石流により河道の側壁や河床が侵食されて、2013 年よりも古い土砂流出イベントによる土砂堆積物の露頭が断続的に出現した。我々は、2つの小流域の計 5 露頭から、土砂堆積と同時に埋没・枯死したと考えられる木片試料を 11 試料採取して 14C 年代測定を実施した。得られた 14C 年代（暦年較正年代）は 0.6~52 Ka を示した。堆積構造を考慮すると、これらの年代は過去の土石流や崩壊の発生時期を示していると考えられる。

キーワード: 14C 年代測定, 土石流, 表層崩壊

Keywords: 14C dating, debris flow, slope failure, soil slip

2013 年台風 26 号により伊豆大島で崩壊が発生した斜面の樹木根系の分布状況について

The characteristic of roots distribution on the slopes in Izu-Oshima where landslides were occurred by Typhoon No.26

村上 亘^{1*}; 小川 明穂¹; 小川 泰浩¹; 大丸 裕武¹

MURAKAMI, Wataru^{1*}; OGAWA, Akiho¹; OGAWA, Yasuhiro¹; DAIMRU, Hiromu¹

¹ 森林総合研究所

¹FFPRI

2013 年 10 月 16 日の台風 26 号の通過に伴い伊豆大島では大規模な斜面崩壊が発生した。これまでに行われた緊急調査により、崩壊は表層から 1m 以浅の極浅い部分で発生したこと、すべり面には根系の侵入があまり認められていないことが報告されている。筆者らは崩壊頭部の縁辺部において倒木調査を行い、樹種、樹高、根の深さや広がり（幅）といった根系の分布状況について調査を行った。調査した倒木の樹種はヒサカキ (*Eurya japonica*) が多く、ハチジョウイヌツゲ (*Ilex crenata* Thunb. var. *hachijoensis*)、オオシマザクラ (*Prunus lannesiana* var. *speciosa*)、ヤブツバキ (*Camellia japonica*) の順であった。調査した倒木の樹高はほとんどが 5~7m 程度であり、高いものでも 10 m 以下であった。根の深さは多くは 60~80cm までであるが、根の深さには樹種によって違いがみられ、ヤブツバキとオオシマザクラが比較的深いところまで根が入っているのに対し、ヒサカキやハチジョウイヌツゲは比較的浅いところに分布する傾向があった。根系が深くまで分布していない要因として、火山特有の土質状況が指摘されているが、今回の調査では、崩壊斜面に成立していた樹木の樹種特性の違いも一因として推測された。

キーワード: 伊豆大島, 台風 26 号, 斜面崩壊, 樹木根系

Keywords: Izu-Oshima, Typhoon No.26, landslide, roots distribution

西ネパールカリガンダキ川流域の地形発達史からみた下刻速度推定方法の検証 Verification of incision rate estimation based on the geomorphological history of river terraces in Kaligandaki, Nepal

吉田 崇博^{1*}; 菅沼 悠介²; 前奈 英明³
YOSHIDA, Takahiro^{1*}; SUGANUMA, Yusuke²; MAEMOKU, Hideaki³

¹ 総合研究大学院大学, ² 国立極地研究所, ³ 法政大学

¹The Graduate University for Advanced Studies, ²National Institute of polar research, ³Housei university

長期スケールの山地・山脈の隆起過程を推定は、一般に流域の河成段丘面を同時期面として対比し、それらの高度から河川の下刻削剥速度を決定することで求められている。しかし、これらの河成段丘面の対比は、流域の堆積物供給環境が同一であるという仮定したものであり、もしこの仮定が成り立たない場合には隆起過程を求めることは出来ない。

そこで本研究では、ネパールの Kaligandaki 流域の上・中流において、河成段丘面の空中写真判読と詳細な現地調査を行った。特に、現地調査では段丘を構成する堆積物を詳細に観察・記載し、堆積過程および環境を復元した。この結果に基づくと、従来河成段丘として中流域と対比されていた Kaligandaki 上流の段丘面は、3つ以上の時代の異なる氷河性堆積物から構成されていることが分かった。つまり、これらの段丘面は局所的な環境を反映したものであり、中流域に分布する河川堆積物から成る段丘面とは対比できないことがわかった。

以上のことは、Kaligandak 上から中流域に分布する河成段丘は、それぞれ堆積環境が異なり、段丘面の対比を用いた削剥速度の推定には適さないことを示す。また、河川の下刻速度に基づき高ヒマラヤの隆起速度が大きいとされていた従来の解釈は、堆積物が供給されないため相対的に基盤が浸食されている効果を含んでいる可能性がある。

Keywords: Himaraya, Geomorphology, Kaligandaki, Fluvial terrace

裾礁型サンゴ礁の波高減衰に関する野外観測：沖縄島新原海岸の事例 Field measurements on the reduction of wave height on a fringing reef: A study from the Miibaru coast, Okinawa Island

武石 裕^{1*}; 青木 久²; 前門 晃³; 廣瀬 孝³

TAKEISHI, Yu^{1*}; AOKI, Hisashi²; MAEKADO, Akira³; HIROSE, Takashi³

¹ 琉球大学・院, ² 大東文化大学, ³ 琉球大学

¹Graduate School of Humanities and Social Sciences, University of the Ryukyus, ²Faculty of Business Administration, Daito Bunka University, ³Faculty of Law and Letters, University of the Ryukyus

沖縄島の海岸には裾礁型のサンゴ礁が発達し、従来からサンゴ礁は波高を減衰させる効果をもつことが指摘されている。サンゴ礁上の波の特性に関する研究はリーフ内外の波の変形や波高減衰現象に主眼をおいたものがほとんどであり、サンゴ礁上に入射した波がどのくらい減衰し、汀線に到達するのかについて明らかにした定量的研究はほとんどない。サンゴ礁上の波の減衰の程度は、サンゴ礁の幅や潮汐に伴う水深などの影響によって異なることが予想される。そこで、本研究では、まずサンゴ礁上の波高減衰に与える水深の影響を明らかにするために、調査地域として沖縄島南部の新原海岸を選定し、潮位、すなわち水深の異なる条件でサンゴ礁外縁部の砕波波高 (H') と汀線砕波波高 (H_b) を計測し考察を行うという野外観測を実施した。

調査地域におけるサンゴ礁の縦断形を把握するため、ポータブル測深機と GPS を利用して地形測量を行った。測定時の水深データは国土地理院沖縄験潮場（南城市知念安座真）の潮位表を用いて、平均海面からの水深に補正をして縦断形を作成した。縦断形からサンゴ礁の幅は約 1150m で、サンゴ礁上の平均的な水深は 1~2m であり、とくにサンゴ礁外縁部の礁嶺頂部はサンゴ礁上の最浅部となり、その水深は 90cm であることがわかった。

波高減衰を示す H_b / H' と観測時の礁嶺頂部の水深との関係を見ると、水深が小さくなるほど H_b / H' が小さくなる傾向をもつことがわかった。このことはサンゴ礁の水深の違いによって、波高減衰に違いが生じていることを示しており、サンゴ礁の水深が小さくなるほど、サンゴ礁が外洋からの波に対して潜堤としての波高減衰効果を発揮していることを示唆している。

キーワード: 波高減衰, サンゴ礁, 裾礁, 水深, 沖縄島

Keywords: Reduction of wave height, Coral reef, Fringing reef, Water depth, Okinawa Island

寒冷環境における塩類風化実験 —凍結破碎作用におよぼす溶解塩の影響— Experiments on Salt Weathering in Cold Environments : Effects of Dissolved Salts on Frost Shattering

佐藤 昌人^{1*}; 八反地 剛²
SATO, Masato^{1*}; HATTANJI, Tsuyoshi²

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ² 筑波大学生命環境系

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ²Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

寒冷気候下において, "granular disintegration" と呼ばれる岩盤表面の剥離やタフォニなど塩類風化に特徴的な地形の存在, 岩盤表面や土層への塩類析出が指摘されている. しかし, 寒冷条件での塩類風化に関する観測や実験はほとんど行われておらず, 寒冷気候下において実際に塩類風化が作用しているかどうかの検討は充分に行われていない. 本研究では, 溶解塩が凍結破碎作用に与える影響について, 歪み変化や破壊が起こる際の温度条件を検討するため, 4 種類の岩石と 3 種類の塩溶液を用いて凍結破碎実験を行った.

実験には, 各辺 5 cm の立方体に整形した岩石試料 (大谷凝灰岩, 白河溶結凝灰岩, 青島砂岩, 安山岩) を用いた. 3 種類の塩 (塩化ナトリウム, 硫酸ナトリウム, 硫酸マグネシウム) の飽和水溶液 (10 °C) もしくは蒸留水に試料を 72 時間浸して飽和させたのち, 試料をアルミホイルで覆って含水率を 100% に保ったまま凍結融解環境に設置し, 80 サイクルの凍結融解実験を行った. 凍結融解サイクル中の試料表層および中心部の温度, 試料表面の破壊, 変形状態を把握するため, 試料表面から 1.0 cm, 2.5 cm の深さにそれぞれ熱電対を埋設し, さらに試料表面に歪みゲージを貼り付けて, 5 分おきに連続測定を行った. 凍結融解サイクルは温度範囲を -30 °C から 10 °C, 冷却速度を 4 °C/h, 24 時間で一周期とした. また, 試料の重量, 弾性波伝搬速度, エコーチップ反発値を 10 サイクルごとに測定した.

塩化ナトリウム溶液に飽和させた試料では, -25 °C 前後まで凍結が起こらなかった. 一方で硫酸ナトリウムと硫酸マグネシウムの飽和溶液では凝固点の降下は少なく, -3 °C から -7 °C 程度で凍結が発生し, 試料表面に膨張歪みが発生した. 試料の引張強度が小さい岩石ほど凍結時の歪みは大きく, 塩溶液で飽和させた試料の凍結歪みは蒸留水に飽和させた試料に比べて大きかった. とくに硫酸マグネシウムで飽和させた試料で凍結歪みは最も大きな値を示した. 凍結時の歪みの大きさは塩類風化に対する風化指標 WSI と良く対応していた. 引張強度が小さい大谷凝灰岩もしくは青島砂岩を用いた実験では, 弾性波伝搬速度, エコーチップ反発値の低下がみられた. 弾性波速度およびエコーチップ反発値の低下率は, 凍結歪みと同様に塩類風化に対する風化指標 WSI とよく対応した.

キーワード: 塩類風化, 凍結破碎, 寒冷環境, 凍結歪み, 室内実験

Keywords: salt weathering, frost shattering, cold environments, freezing strain, laboratory experiment

ハロイサイトの結晶成長による火山碎屑岩の体積膨張—東通原子力発電所の例— The volume expansion of pyroclastic rocks by the crystal growth of Halloysite at the Higashidoori

中田 英二^{1*}; 大山 隆弘¹; 鳥越 祐司²; 三和 公²; 千木良 雅弘³

NAKATA, Eiji^{1*}; OOHAYAMA, Takahiro¹; TORIGOE, Yuji²; MIWA, Tadashi²; CHIGIRA, Masahiro³

¹ 電力中央研究所, ² 東北電力, ³ 京都大学防災研究所

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Tohoku Electric Power Co., Inc., ³Disaster Prevention Research Institute Kyoto University

火山碎屑岩が風化作用により体積膨張おこしていることを確認した。調査地点は、東通原子力発電所敷地内トレンチで実施した。トレンチでは浅所に褐色強風化した中新統の泊層、蒲野沢層が認められる。泊層は主に凝灰角礫岩からなり、一部に安山岩溶岩等が認められる。蒲野沢層は主に砂岩、泥岩からなり、礫岩や凝灰岩層が認められる。これらの地層を中位段丘が覆い、白色の洞爺（約11万年）、十和田レッド（約8万年）などの示標テフラが認められる。十和田レッドの下位までの段丘堆積物には凸状の地形の変状が認められ、活断層の有無について議論が行われている。

凸状の変状は断層破砕帯では上載層へのモンモリロナイトの吸水膨張にともなう押し出しにより形成されている。他にも、褐色化を帯び、強く風化作用を受けた泊層、蒲野沢層では断層部周辺でも認められる。断層と関係無い箇所でも段丘堆積物に変状が認められる箇所もある。

凝灰角礫岩からなる泊層の湿潤試料をもちいたXRD分析結果からは、弱く風化を受けた深部の岩石中にモンモリロナイトが認められ、表層の強風化部に向かってハロイサイトが増加する傾向がある。同様に深部では斜長石が認められるものの表層に向かって斜長石は認められなくなっている。SEM観察では、モンモリロナイトから柱状のチューブ状 [柱状のチューブ状は変。単にチューブ状?] のハロイサイトが生成しており、浅所ほどチューブ状のハロイサイトが成長するとともに、割れ目全面がハロイサイトで覆われ、柱状結晶が扇状に広がる様子が認められる。薄片観察では斜長石内にハロイサイトが生成するとともに、碎屑粒子間の距離が広がり、浅所ほど岩石が膨張していることがわかる。

岩石要素内のTiO₂が風化時に不動と仮定すると、風化した凝灰角礫岩（泊層）の体積は、新鮮な凝灰角礫岩と比べ約1.3倍～1.5倍膨張している結果が得られた。

泊層では最初に粒子表面にモンモリロナイトが生成し、表層の劣化部では斜長石が溶解し、Si,Alに富む溶液が形成され、粒子表面のモンモリロナイトからハロイサイトが生成したと考えられる。碎屑粒子間の空隙にハロイサイトが結晶成長することで膨張が進み、断層や節理をすべり面として逆断層センスの変位が生じて上載層が凸状に変形したと考えられる。

キーワード: ハロイサイト, 体積膨張, 東通

Keywords: Halloysite, Volume expansion, Higashidoori