

解説

# 教師のための球磨村総合運動公園における地質の教材化 —理科の見方・考え方を働かせて学習に取り組む子ども達の育成—

高口幹世司\*1・廣田志乃\*1・林 智洋\*2・田中 均\*3

\*1 熊本県博物館ネットワークセンター

\*2 熊本市立錦ヶ丘中学校

\*3 熊本県博物館ネットワークセンターミュージアムパートナーズクラブ「地学研究会」

キーワード: 球磨村総合運動公園 露頭観察 堆積構造 変形構造 断層

## Development of Geological Teaching Material on the Kuma-Village Athletic Park for Science Teacher ~ To Support Children Who Engage in Learning Activity, Using Scientific Viewpoint and Thinking ~

Tsuneyoshi KOGUCHI, Shino HIROTA, Tomohiro HAYASHI, and Hitoshi TANAKA

### Abstract

This is a guidebook of strata observed at Kuma-Village Athletic Park for teachers who are not familiar with geology. Furthermore, brief notes on geologic history of the Hitoyoshi Formation are added. To utilize this local teaching material brings up children who engage in learning activity, using scientific viewpoint and thinking.

### 1. はじめに

小・中学校において「地質」の学習を行う際には、実際に地域の地形や露頭を観察することが求められている。小学校学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2017)では、「児童が土地のつくりや変化について実際に地層を観察する機会をもつようにする」こと、中学校学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2017)では、「各学校の実態に応じて身近な地形や地層, 岩石などを観察する。例えば, 地域の地形や露頭の観察を行ったり, ポーリングコアや博物館の標本などを活用したりする」ことが例示されている。そのような中, 人吉・球磨地域の教員から, 「地層がよく見える場所を知っているが, 何をどのように教えてよいかわからない」, 「特色ある地域の資源として教材利用できないだろうか」という声が聞かれる。そこで今回, 球磨村総合運動公園(図1)の大規模な法面に見られる地質についての解説書を作成することとした。本解説書は, 球磨村総合運動公園の地質が, 理科や総合的な学習

の時間等において, 科学的・探究的な見方・考え方を育成することや日常生活と関わりがあり地域に学ぶことのできる学習資源として, 主に教員によって幅広く活用されることを目的としている。

### 2. 球磨村総合運動公園およびその周辺の地質概要

球磨村総合運動公園周辺の地質図を図2に示す。この地域の第四系は湖成層の人吉層や肥薩火山岩類および

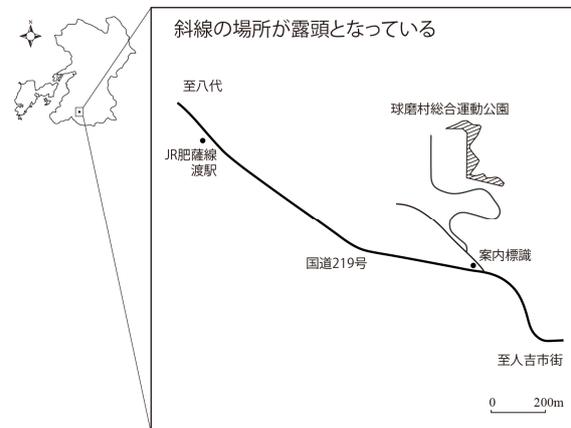


図1 露頭案内図

2022年11月15日受付 2023年2月21日受理

\*1 熊本県宇城市松橋町豊福1695

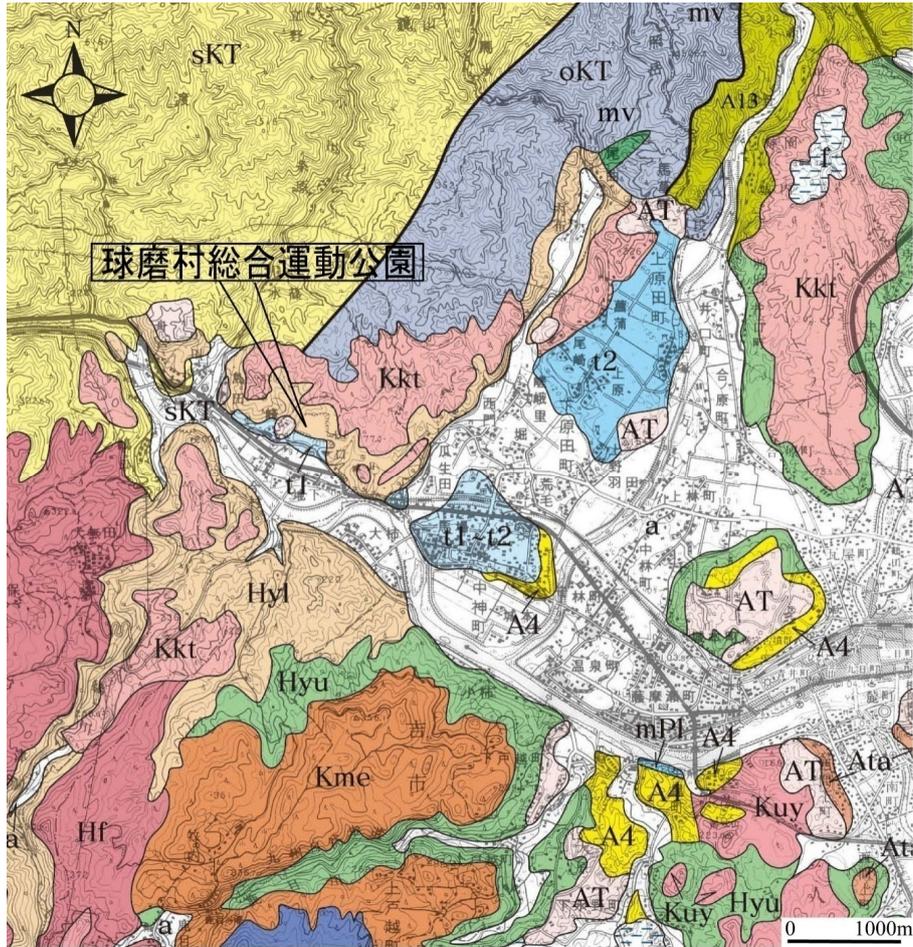


図2 人吉盆地西域の地質図(熊本県地質図編纂委員会(2008)に基づく)

a:沖積層, t1:低位段丘面, t2:中位段丘面, AT:始良火砕流堆積物, A4:阿蘇-4火砕流堆積物, Ata:阿多火砕流堆積物, A13:阿蘇-1~-3火砕流堆積物, Kkt:加久藤火砕流堆積物, Hyu: 人吉層上部層, Hyl: 人吉層下部層, Kme: 鹿目滝安山岩(輝石安山岩), Hf: 肥薩洪水安山岩(輝石安山岩), sKT: 砂岩を主とする層, oKt:泥岩を主とする層(オリストストローム相), mv: 苦鉄質火山岩類図

表1 人吉・球磨地域の層序(熊本県地質図編纂委員会, 2008; 鳥井ほか, 1999; 塚脇ほか, 1986; 田村ほか, 1962)

地質時代絶対年代		地層名	
第四紀	完新世	0.0117Ma	沖積層
	更新世		後期更新世砂礫層
			始良火砕流堆積物=入戸火砕流堆積物 (0.026-0.029Ma)
			阿蘇-4火砕流堆積物 (8.9±0.7Ma)
更新世		阿多火砕流堆積物 (0.105-0.11Ma)	
		阿蘇-3火砕流堆積物 (12.3±0.6Ma)	
		中期更新世砂礫層	
		加久藤火砕流堆積物 (0.33-0.34Ma)	
		小林(深田)火砕流堆積物 (0.52-0.53Ma)	
		肥薩火山岩類 III ステージ (2.0-0.4Ma)	
		前期更新世砂礫層	
		肥薩火山岩類 II ステージ (2.5-2.0Ma)	
		人吉層 上部	
		山田凝灰岩 1	
鮮新世	2.58Ma	山田凝灰岩 2 (2.27±0.25)	
		黒白安山岩 渡安山岩	
新第三紀		舟戸凝灰岩部層 (2.58±0.08Ma)	
		茶屋角礫岩部層	
		肥薩火山岩類 I ステージ (7.6-2.5Ma)	
		下部四万十累層群 (白亜系~古第三系)	

後期更新世の火砕流堆積物などから構成されている(田村ほか, 1962:宮地, 1978:塚脇ほか, 1986)。

人吉層は大谷(1930)によって命名され, その層序は田村ほか(1962)や塚脇ほか(1986)によって報告されている。球磨村総合運動公園には人吉層および火砕流堆積物が分布し, 田村ほか(1962)によれば, 岩相上, 四万十帯や肥薩火山岩類起源の礫岩, 砂岩優勢の下部と凝灰質泥岩優勢の上部に区分されている。人吉層の地質年代は, 本層下部と上部に挟まれる2枚の凝灰岩のK-Ar年代測定結果によれば, 約250万年前(前期鮮新世)であると考えられている(表1)(鳥井ほか, 1999)。人吉層下部の礫岩層は四万十帯層群由来の砂岩やチャートおよび肥薩火山岩類由来の垂角礫(火山泥流や火砕流および扇状地堆積物)であるものが多い。その上部層準では, 堆積物中に層厚30~50cmの火砕流堆積物を多く含み, 下部層最上部には角礫を含む層厚約3mの火砕流堆積物が観察される。さらに, 球磨村総合運動公園の高標高部の露頭では人吉層を削り込んだところに約30万年前に活動した加久藤火砕流堆積物が分布しているのが確認される。

球磨村総合運動公園の露頭位置を図3に示す。この露頭には, 2本の明瞭な断層と数本の副次断層がある。北側の断層をF1, 南側のそれをF3とする。そして, それぞ

れの断層で隔てられる地質体を北から南へそれぞれA, B, CおよびDブロックとする。Dブロックは, Cブロックの上位に重なる堆積物として位置づけられる。本解説書では, この区分を用いて解説を行う。

### 3. 運動公園でみられる堆積・変形構造や断層について

ここでは, 実際に球磨村総合運動公園で観察できる地質構造やそのでき方について写真や図とともに解説する。

#### 3-1. 地層の堆積構造・変形構造

##### (1) 級化層理(堆積構造, 図4のA, B)

Dブロックの火砕岩層では下部から上部に向かって砂の粒子が次第に小さくなるのがしばしば観察される(図5)。このように単層で堆積物の粒子が上方に向かって小さくなっている場合, 級化あるいは級化成層という。級化は粒子の大きさによって沈降速度が異なるために形成され, 礫岩層や粗粒砂岩層などでもみられる。級化は地層の上下判定に利用される。

##### (2) 斜交層理(堆積構造, 図4のC)

AおよびBブロックでは, 斜交層理が観察できる(図6)。斜交層理はしばしば偽層ともよばれる。斜交する層理の単層の厚さが1cm以上のものを斜交層理(またはクロスベッドcross-bed), 1cm以下のものを斜交葉理または

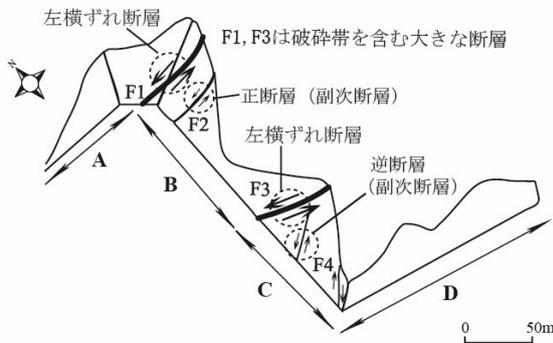


図3 球磨村総合運動公園露頭位置図

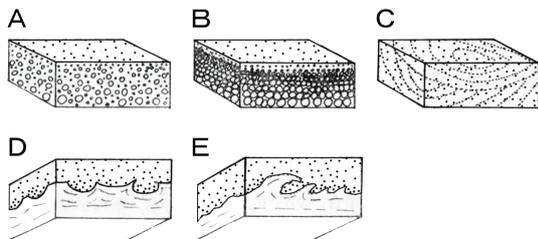


図4 地層の上下判定に役立つおもな構造(三梨・山内, 1987地層の上下判定をもとに作成)A~C(堆積構造)(A, B:級化, C: 斜交葉理), D, E(変形構造)(D: 荷重痕, E: 火炎状構造)



図5 火砕岩層中の級化層理



図6 斜交層理

クロスラミナ(cross-lamina)とよぶ。斜交層理は一定の流れの中において碎屑物が堆積を繰り返すことによって形成される。水流によって生じた周期的な波状の模様(漣痕)や砂堆(波浪や沿岸流により運ばれた砂が堆積してできた地形)が形成され、その内部構造となっていることもある。また、斜交層理や斜交葉理の内部においては級化層理が見られることもある。地層中に斜交層理もしくは斜交葉理が存在した場合は、堆積時に水や風などの流動性のある物体が存在したということを示している。斜交層理はいろいろな形態があるが、葉理が葉理を切る場合は、必ず上位の葉理が下位のそれを切る。このため斜交層理は地層の上下判定に利用される。

**(3) 荷重痕(変形構造, 図4のD)**

Bブロックでは、砂岩と泥岩層の境界に荷重痕が観察できる(図7)。荷重痕はリップル・マーク(漣痕)やカレント・マーク(流痕)により形成された砂の隆起部によって、層理面に不均質な荷重がかかったために形成されることが多い(図8のa, b)。また、地震による揺れでも形成されると考えられる(図8のc)。荷重痕は、水で飽和した砂の一部が重力により下位の泥の中に沈み込むことによって形成されるため、地層の上下判定に利用できる。

**(4) 火炎状構造またはフレーム構造(変形構造, 図4のE, 図8のc)**



図7 荷重痕

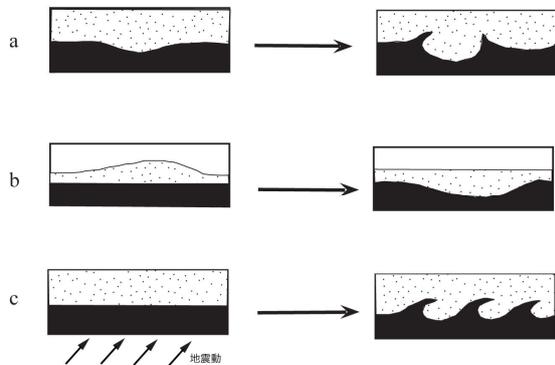


図8 荷重痕の形成 a: 流痕部の沈下とその周辺の泥質部の上昇。b: リップル・マーク等の構造の不等沈下。c: 地震等によるショック(揺れ)

同じくBブロックでは、火炎状構造が観察できる(図9)。砂質層が泥質層の上に重なっており、下位の泥質岩が炎状に上位の砂質岩中に入っている構造を火炎状構造という。成因としては、荷重作用によるという考えと、地震による揺れに伴う脱水作用によるという考えがある。また、泥質層上を混濁流が流れる場合の引きずりにより、泥が持ち上げられ形成されることもある。この場合、“炎”の倒れている方向が流向を示す。これらによる上下判定は粗粒堆積物の方が上位になる。なお、砂質岩に着目した構造でみると荷重痕、泥質岩に着目すると火炎状構造と呼ばれる。

**3-2. 湖成堆積物**

一般に湖成堆積物の特徴として、細かい平行葉理が発達するとともに一枚一枚の地層の層厚が薄いことが挙げられる。これは湖に流れ込む河川の集水面積が狭いためである。球磨村総合運動公園の露頭には、凝灰質砂岩泥岩互層の薄層が堆積しており、このことは、当時この場所が湖であったことや近くで激しい火山活動が起こったことを示している。Bブロックでは、凝灰質砂岩あるいは凝灰岩から構成された比較的厚い堆積物(約1m前後)が見られるが(図10)、その時期は大規模火山活動および洪水の発生によって堆積物が運ばれたことがそれぞれ窺われる。さらに、湖では波や水流が弱いことなどから、水深の深い場所まで酸素が循環せず、しばしば還元状態になっている。そのため、ところどころに観察される黒い地層は多くの炭質物を含んでいる(図11)。

**3-3. チャネル構造**

沖積扇状地および河川成堆積物中にはチャネルとよばれる削り込みと、それを充填埋積する堆積物があり、これをチャネル構造という。球磨村総合運動公園の露頭では、Bブロックでそれを観察することができる(図12)。チャネル堆積物は一般に細長く伸びた形態を示し、時に流路の側方への漸次的移動によって、チャネル充填堆積物が側方に付加して形成されて行く場合など多様な分布形態をとる。



図9 火炎状構造(フレーム構造)

チャンネルは粗粒な碎屑物を運搬する主要な通路であり、その伸びの方向と流下の向きを知ることは、後背地の方向と碎屑物の分散様式を知る上で重要である。チャンネルの伸びの方向を得るには、側壁の伸びの方向、すなわち侵食面と水平面とが交わる線の方向(走向)を計る。なお、計測値にバラツキがある場合はベクトル平均する。さらに、周囲の地層が全体として傾斜している場合は、下位の地層の走向傾斜を測り、下位の地層を水平に戻したときのチャンネルの伸びの方向を調べる。流下の向きは直接的に知ることはできないが、充填堆積物の古流向から類推することができる。古流向の類推には、礫の覆瓦構造や底痕や流痕といった水流によってできる構造を調べることが重要となる。河川成堆積物のチャンネル充填堆積物は上方細粒化シーケンスを示す。この上方細粒化シーケンスチャンネルが側方に移動するに伴い、次第に運搬媒質のエネルギーの低い細かい粒子が堆積して形成される。

**3-4. 土石流堆積物**

土石流は細粒分が多く粘性の高い泥流型と巨礫を含む石礫型がある。移動速度は14~50km/h程度である。土石流堆積物は、一般に堆積直後は長さ数10~数100m、幅数~数10mの舌状をしており、周縁部と先端部に巨礫が集まっている。この舌状堆積物が複数集まって鱗状になることもある。石礫型の土石流の断面は逆級

化-正級化構造を示すなどの特徴がある。

A, Bブロックには、礫岩優勢の地層が多く見られ、網状河川の堆積相を示す。しかしながら、詳細に観察すると、一枚の礫岩層中に逆級化-正級化の産状を示すものがあり、土石流堆積物であることを窺わせる堆積物もある。これら土石流堆積物が重なり合うところには、ときどきレンズ状の砂岩(sand-wedgeやbar-edge)が観察される(図13)。これは、最初の土石流が発生し終息したときの堆積物(礫層{逆級化-正級化}、砂層、泥層が順に重なっていた)を、次の土石流が部分的に削剥し、削り残った砂層がレンズ状部として土石流堆積物の間に残されたものである。

**3-5. ファンデルタ堆積物**

海または湖で、川が運搬してきた碎屑物は、その河口付近に三角州(デルタ)を作る。それを構成する堆積物をデルタ堆積物または三角州堆積物という。

三角州の内部構造は頂置層、前置層および底置層で構成されている(図14)。頂置層は表層部のほぼ水平層からなる陸成ないし一部海(湖)成層で、洪水などによって新しい層が古い層の上に重なっていった状態を示す。前置層は頂置層の前面に位置し、数度前後の傾斜を有する海(湖)成層で構成され、前置層内の傾斜した層理面は過去の三角州の前縁を示す。頂置層、前置層の上部は



図10 比較的厚い堆積物



図12 チャンネル構造



図11 炭質物を含む地層



図13 土石流堆積物のレンズ状部

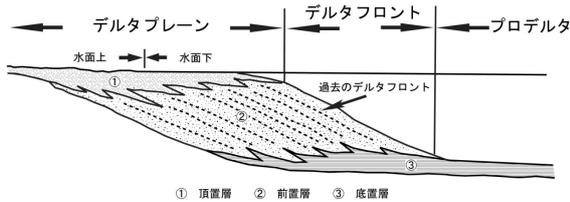


図14 デルタ堆積物の縦断面概念図(エネルギー・金属鉱物資源機構, 2003)をもとに作成

砂、礫などの粗粒砕せつ物が多いが、前置層の下部からその前面に位置する底置層では泥質堆積物が発達する。

三角州の平面形態は、河口から供給される碎屑物の量や海流などに応じて円弧状、鳥足状などの形に多様化する。また、海退期には、海岸線の海側への前進に伴い、三角州がプログラデーション(前進平衡作用)によって沖合側へ前進し、発達する。

球磨総合運動公園に分布する人吉層は、堆積構造や堆積相からファンデルタで形成されたと考えられる。ファンデルタ(図15)は、Holmes A. (1965)のファンデルタの定義「A fan-delta is defined as an alluvial fan prograding directly into a standing water from an adjacent highland」が非常に明快明瞭であるため原文のまま記述する。なお、「alluvial fan」とは「扇状地」、「prograding」とは「土砂が水に流入し前進付加して前置層を作っていく(斜交層理を作っていく)」、「standing water」とは「湖や海」を指している。規模は大きなものから小さなものまで様々である。

球磨村総合運動公園の露頭では、Holmes A. (1965)のファンデルタの定義にもあるように、①扇状地が発達していたことや湖が存在していたこと、②露頭に傾斜の異なる斜交層理が見られたこと(図16)に着目できる。①の根拠は、渡下流の球磨川(標高約80m)から総合運動公園法面上部(標高約190m)まで湖成堆積物が分布するとともに1級河川の球磨川や川辺川が人吉盆地に流入していることから推察される。②の根拠は、ファンデルタの場合、陸上に露出している堆積物上の河川を洪水が発生するたびに流路を変更し、例えばあるときはA河川、またあるときはB河川もしくはC河川が碎屑物を運搬し、その都度異なる河川から続く水面下の斜面に沿って繰り返し堆積することで、斜交層理が形成されることから推察される(図15)。すなわち、ファンデルタの円弧状の前置層前面にそれぞれ傾斜の異なる斜交層理が形成されることになる(図16)。

### 3-6. 断層

一般に断層面が傾斜しているとき、上側に位置する地層(上盤)が相対的に下方にずれている断層を正断層、上盤が相対的に上方にずれている断層を逆断層という。応力場で考えてみると、引っ張りの力が働いた場合は正断層、圧縮の力働いた場合は逆断層が形成され、さらに横ずれ断層は水平面内で反対方向のずりの力が働いた場合に形成されると考えられている。なお、正断層や逆断層の線構造(スリッケンライン)はほぼ鉛直方向の線構造として、横ずれ断層の線構造(スリッケンライン)は水平方

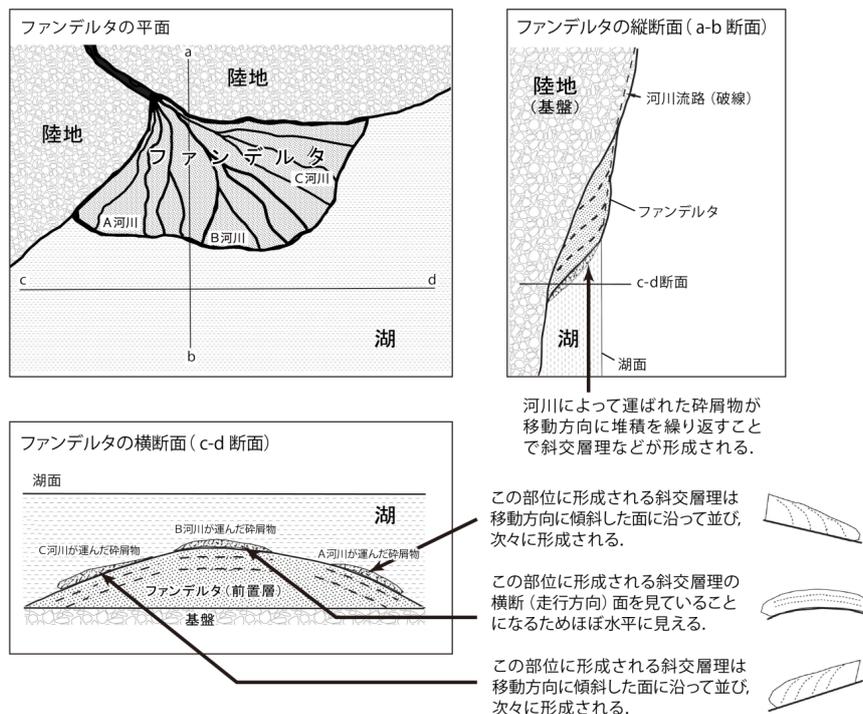


図15 ファンデルタの概念図

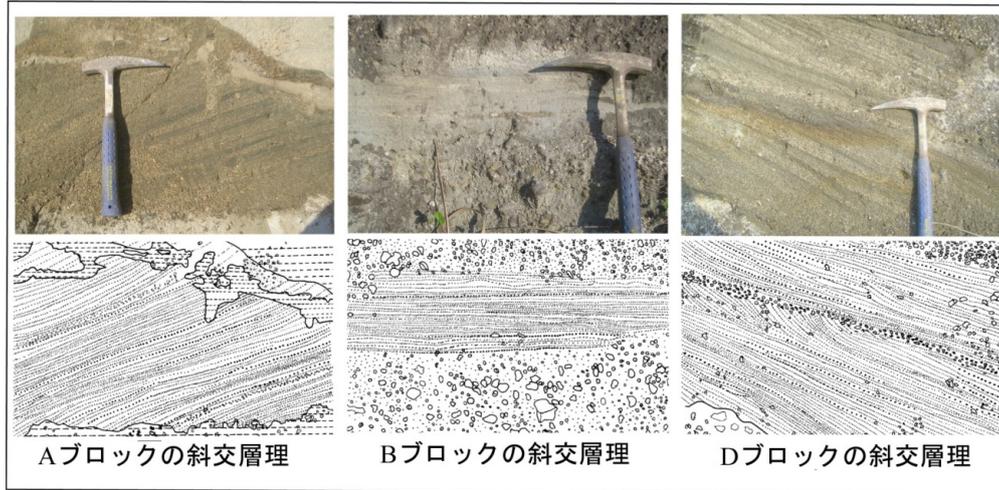


図16 球磨村総合運動公園で観察される傾斜の異なる斜交層理(A,B,Dブロックについては図3を参照) 各ブロックで観察される斜交層理は、それぞれのブロックの上位標高でも観察される。

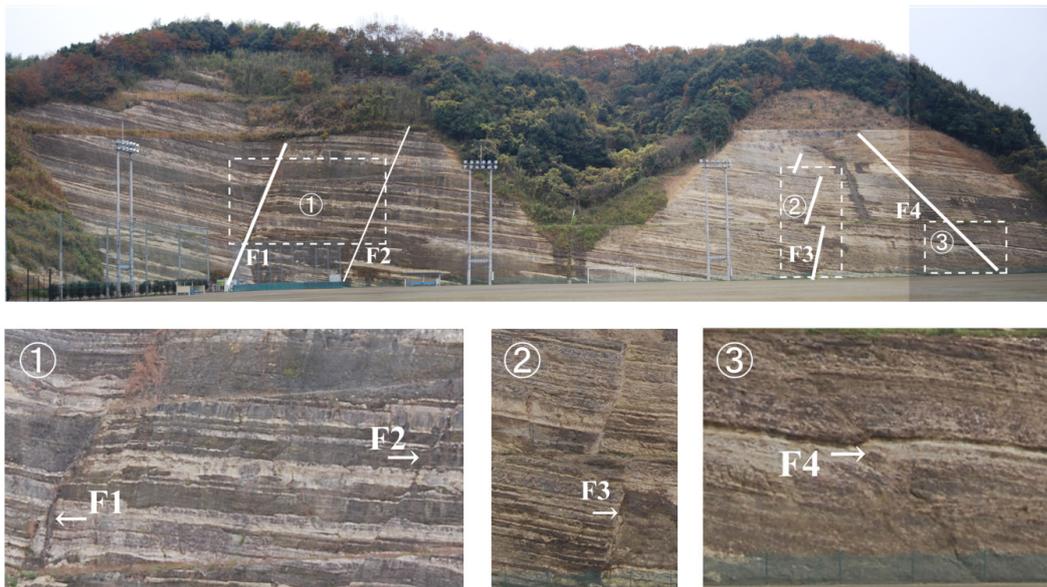


図17 球磨村総合運動公園内の露頭と断層位置(断層面の傾斜方向によって断層形態が異なる。)①:F1断層とF2断層(見かけの正断層), ②:F3断層(見かけの正断層), ③:F4断層(見かけの逆断層)

向の擦痕としてそれぞれ現れる。

しかしながら、見かけのうへは正断層や逆断層のように見えるが、実は横ずれ断層であるという露頭が球磨村総合運動公園で観察されたので紹介する(図17)。なお、断層概念を育成するための教材は次項目の教材開発で議論する。

**(1)露頭状況**

球磨村総合運動公園には、図3や図17に示すように3本の明瞭な断層(F1, F3, F4断層)と1本の小規模の断層(F2断層)が観察される。北から南へF1, F2, F3およびF4断層が分布している。F1からF3断層は、“正断層”およびF4断層は“逆断層”である。

**①F1断層(“正断層”)**

F1断層は、約50cmの破碎帯を形成し、その北側の断層面は、N74°E, 82°Nの走向、傾斜を示す(図18)。この断層面には、水平方向の線構造(スリッケンライン)が認められる(図19)。なお、“正断層”としているのは、正断層であるならばスリッケンラインは鉛直方向の線構造ができるはずなので、正断層ではないといえるからである。

**②F2断層(“正断層”)**

F2断層は破碎帯を伴わない規模の小さい明瞭な断層である。走向、傾斜はF1断層とほぼ同じで、スリッケンラインは確認できなかった。

**③F3断層(“正断層”)**

F3断層は、約30cmの剪断帯を形成し(図20)、その南側の断層面は、N60°E, 52°Nの走向、傾斜を示す。べ

ンチカット工法で作った法面のため、断層が雁行配列しているように見える(図17の②)。この断層が一直線に見えるように右側に移動すると、その地点と法面の断層を結ぶ方向が走行となる。なお、この断層面には弱い線構造が認められる。

④F4断層(“逆断層”)

F4断層は、約30cmの剪断帯を形成し、その北側の断層面は、N70°E, 78°Sの走向、傾斜を示す(図21)。この断層面にはスリッケンラインは確認できなかった。また、この断層は上盤が下盤の上に鉛直方向に約30cmずれ上がった“逆断層”である。

4. 実験装置

4-1. 地層教材

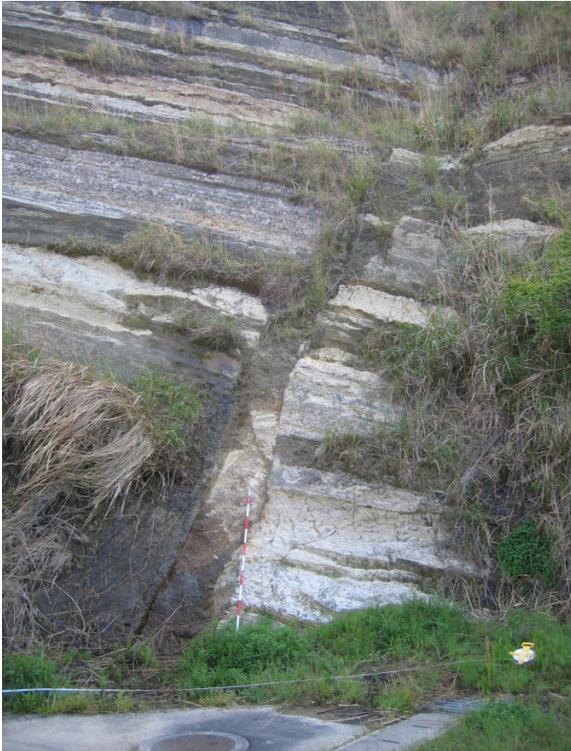


図18 F1の断層面



図19 F1の線構造

堆積実験では色の違いで砂の流向や堆積物を区別しやすくするため白砂と黒砂を使用した。白砂は菊池川に架かる山鹿大橋付近、黒砂は白川に架かる子飼橋付近からそれぞれ採集した。砂はふるいを使用して6種類の粒径(3.5mm～, 2.0mm～3.5mm, 1.0mm～2.0mm, 0.5mm～1.0mm, 0.25mm～0.5mm, 0.25mm～)に分級した。

(1)斜交層理

図22に示す実験装置は、土砂が水域に流入するときのような堆積構造が形成されるのかを確認するための実験装置である。まず、実験装置左のホースの差し込み口から水を流す。実験装置に水がたまったら実験装置の上から砂を約50～150cm<sup>3</sup>ずつ流し込んでいく。本実験では色の違いで堆積層を区別しやすくするため白砂と黒砂を使用し、粒径は実験装置のスケールを考慮し1.0mm以下のものを使用した。砂が水面より下に堆積するのを確認したら、繰り返し黒砂と白砂を実験装置の中へと交互に流し込んでいく。砂が実験装置の右側の底面に差し掛かったら砂の供給をやめ、ホースの水を止める。その結果、河川碎屑物は前方に運ばれ、堆積物が前方に次々に付加されることによって斜交層理が形成される(図23)。河川堆積物は洪水時を除いて、前方に堆積物が付加されるように形成される。



図20 F3の断層面と線構造



図21 F4の断層面

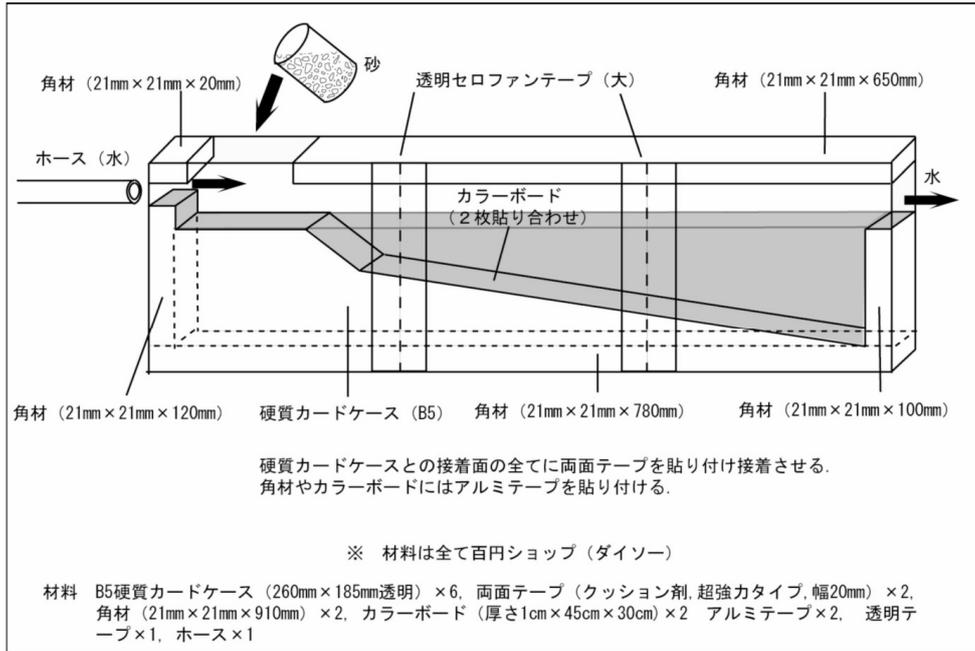


図22 斜交層理を観察するための堆積実験装置



図23 実験の結果,形成された斜交層理

**(2) 級化層理(堆積構造)および火炎状構造(変形構造)**

ペットボトルと砂を使った液状化現象実験装置で観察できる地質事象を紹介する。なお、今回は市販のエキショッカー(地盤液状化現象実験ボトル)を用いて実験を行った。

**① 級化層理**

3種類の粒径のガラスビーズをペットボトルに入れて水を満たす。このペットボトルを上下、左右に揺すって静かにテーブルに置いて堆積形態を観察すると粒の粗い粒子が底に堆積し、上部に向かうにしたがって細粒化した構造が観察される(図24)。これが級化層理である。

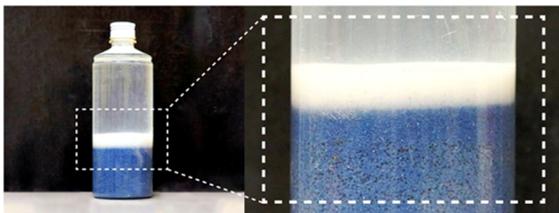


図24 実験の結果,形成された級化層理

**② 火炎状構造**

級化成層したペットボトルを軽く叩くと粗粒粒子層が上位の細粒粒子層の中に入って行く現象を目にすることができる。これが火炎状構造であり、軽く叩くこと(地震)などで脱水作用が生じることによって、この構造が形成されることが可視化できる(図25)。



図25 実験の結果,形成された火炎状構造

### ③液状化

級化成層したペットボトルを少し強めに叩くと、下位の粗い粒が上面に出てくる様子が観察される。これが液状化現象で強い地震があるとよく見られ、時には家や構造物が傾いたり倒れたりする。このペットボトルに頭にプラスチックが付いた押しピンを3~4個入れて、押しピンが隠れるように揺すって静止する。その後、強めに叩くと押しピンが上面に出てくる(図26)。これは、地震後マンホールなどが道路や歩道に現れる現象と同じである(図27)。

### 4-2. ファンデルタ

ファンデルタの形成過程を子どもたちに視覚的に理解させるために、簡易的な実験装置を開発したので紹介する。

図28に示す実験装置は水を張ったモロブタを湖に見立て、雨樋を河川と見立て砂を流し込み、どのような地形や堆積構造がみられるかを簡易的に確認するものである。また、球磨村総合運動公園露頭で見られた斜交層理が各ブロックで異なる傾斜を示していることから、砂がどのように拡がっていくか流向の変化についても注目し、実験を行った(図29)。

本実験では色の違いで砂の流向や堆積物を区別しやすくするため白砂と黒砂を使用した。砂は実験装置のス



図26 実験の結果,形成された液状化



図27 地震による液状化(熊本県博物館ネットワークセンターにて)

ケールを考慮し3.5mm以下のものを使用し、約500~1000cm<sup>3</sup>の白および黒砂の投入を1セットとして、数回に分けて交互にモロブタの中に流し込む、このとき、砂の粒径や水の流れの強さなどを変えながら堆積させていく。流し終えたら排水口のゴム栓を抜いて排水する。最終的に水を抜いた後の堆積物の横断面を作成したところ、各斜面の形成された斜交層理の傾斜方向が異なることが期待されたが、ファンデルタの堆積体が小規模であったため明瞭な斜交層理は観察できなかった。このような実験をする場合は、多少規模の大きな堆積体を作るために、深い大きなモロブタで実験を行う必要がある。

### 4-3. 断層教材

#### (1)見かけの“正断層”, “逆断層”

運動公園内の露頭(図3や図17)では、“正断層”(F1, F2およびF3)と“逆断層”(F4)が同時に観察される。ここでは、これらの“正断層や逆断層”がどのような順番で形成されたのかを考察する。この運動公園内の地層の一般走向、傾斜はN35~70°E, 15~20°Sを示している。それぞれの断層は、断層面の線構造(スリッケンライン)の特徴や礫岩層の分布から左横ずれ断層であることが確認されている(田中ほか, 2007)。図17の①, ②および③にて各断層に近接して見た様子や、横ずれ断層の証拠である水平方向の線構造(スリッケンライン)(図19)を断層面に確認することができる。

個別型の見かけの“正断層, 逆断層”モデルを図30に示す。地層の一部に色がついており、地層が傾斜してい

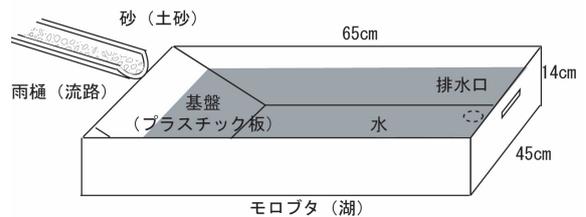


図28 ファンデルタ実験装置

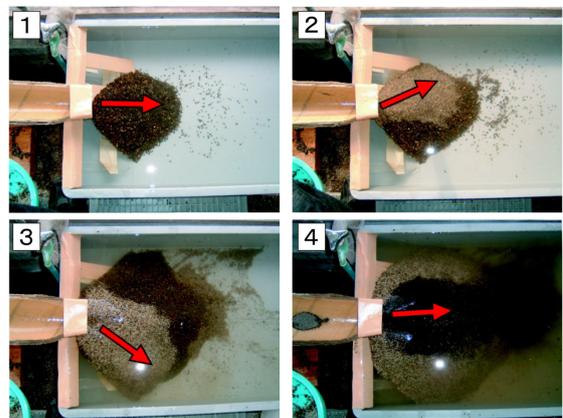


図29 実験の結果,形成されたファンデルタ

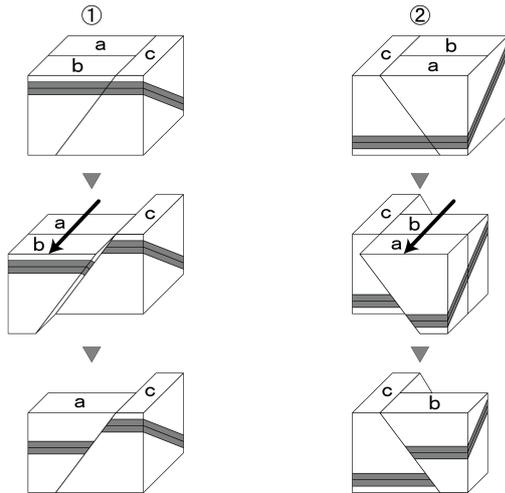


図30 個別型の見かけの“正断層” (①), “逆断層” (②) モデル

ることがわかりやすい。①のモデルのa, bブロックを手前に移動(左横ずれ断層運動)させ、bブロックを取り除いて平面を整形すると、見かけの“正断層”が形成される。また、このモデルを180°回転させると②のモデルになる。②のモデルのa, bブロックを手前に移動(右横ずれ断層運動)させ、aブロックを取り除いて平面を整形すると、見かけの“逆断層”ができる。このように地層が傾斜している場合、横ずれ断層運動でも見かけの“正断層”, “逆断層”ができる。

一体型の見かけの“正断層”, “逆断層”モデルを図31に示す。左横ずれ断層運動により、異なる逆方向の傾斜をもつ断層に沿って地層がそれぞれ移動した場合、見かけの“正断層”, “逆断層”ができる。

運動公園内の露頭で観察される断層は、正常な正断層や逆断層が形成されているのではなく、地層が傾斜している地質体に同一方向に移動しさらに傾斜が異なる2つの横ずれ断層が形成されたため、同一露頭に見かけの“正断層”や見かけの“逆断層”が形成されている。すなわち、このような見かけの“正断層”や“逆断層”は同時に形成されたことになる(図32)。なお、見かけの“正断層”や“逆断層”ができた経緯は、寺田ほか(2015)に記述されている。

(2)見かけの“左横ずれ断層”と“右横ずれ断層”

地層が傾いた地質体に高角度断層があり、断層に沿って上下方向の鉛直方向のずれが生じたとき、凸状部の地質体を切り取ったときのその平面に見られる断層は見かけの“左横ずれ断層”や“右横ずれ断層”になる(図32)。図32の①は地層が傾いた地質体をa~dのブロックに分割したものである。②は上盤のb, dブロックが相対的に下方にずれ動く正断層が形成されたあと、aブロックをと

り除いて平面を整形したものである。そこには見かけの“右横ずれ断層”が現れる。この右横ずれ断層は、断層面に沿って水平移動によって形成されたわけではないので見かけの“右横ずれ断層”と呼ぶ。なお、③に現れる断層形態も②の場合と同様に、見かけの“左横ずれ断層”ということになる。

5.まとめ

最近、小・中学校の先生から「子ども達を野外観察に連れて行って、地層や断層などを見せて何をどのように教えたら良いかわからない」との質問があった。そのため、できるだけ丁寧に観察事項を記述した。

(1)球磨村総合運動公園で見られる堆積・変形構造や断層

級化層理, 斜交層理, 荷重痕, 火炎状構造について図や写真を添付して簡潔に記した。湖成堆積物, チャネル構造, 土石流堆積物, ファンデルタ堆積物, 断層についても記した。

(2)教材開発

斜交層理, 級化層理, 火炎状構造, 液状化およびファンデルタについての実験法や実験結果から導き出される結果についても記した。

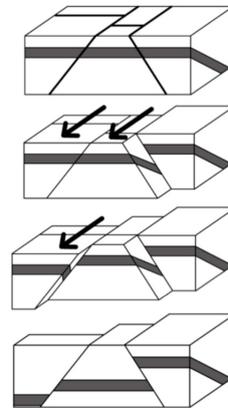


図31 一体型の見かけの“正断層”, “逆断層”モデル

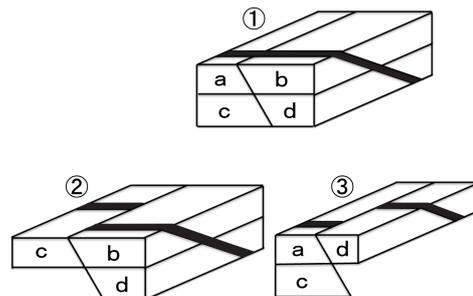


図32 見かけの“左横ずれ断層” (②)および見かけの“右横ずれ断層” (③)

断層教材については、見かけの“正断層”や“逆断層”のモデル作成方法について記すとともに見かけの“右横ずれ断層”や“左横ずれ断層”についてもモデル図を使って説明した。

この解説書によって球磨村総合運動公園の地質が学習資源として広く活用され、児童生徒の理科的・探究的な見方・考え方の育成及び体験的な学習活動を通じた主体的・対話的で深い学びに寄与することになれば幸いである。

最後に、本稿の執筆にあたり、指摘・助言をくださった熊本県博物館ネットワークセンターの皆様へ深く感謝を申し上げます。

序鹿児島大学理学部紀要(地学・生物),  
19:87-106.

### 引用文献

- 熊本県地質図編纂委員会編. 2008. 熊本県地質図(10万分の1(県北版・県南版・説明書), 118pp.
- Holmes, A. 1965. Principles of Physical Geology. 1:288. Thomas Nelson and Sons, Ltd., London, England.
- 宮地六美. 1978. 熊本県人吉盆地の火砕流堆積物. 九州大学教養部地学研究報告, 20:9-17.
- 文部科学省. 2017. 小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編, pp89.
- 文部科学省. 2017. 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編, pp91.
- 大谷寿雄. 1930. 肥後人吉盆地の地質学的素描. 地質学雑誌, 37:333-334.
- エネルギー・金属鉱物資源機構. 2003. 用語辞典. <https://oilgas-info.jogmec.go.jp/termsearch/>. 最終確認2023/2/13.
- 田村実・徳山康浩・田上公輔. 1962. 人吉盆地西部の地質概報. 熊本大学教育学部紀要, 31:93-104.
- 田中均・田口清行・村本雄一郎・高橋努・岩永拓也・林智洋. 2007. 横ずれ断層による“正断層”および“逆断層”の形成～熊本県人吉盆地に分布する人吉層を例として～. 理科の教育2007, 56(654):58-61.
- 寺田昂世・田中健太・津留ありさ・田中均. 2015. 中学校地学における地質構造学的内容の教材開発と授業実践－断層・褶曲形成モデルのアプローチを例として－. 熊本大学教育学部紀要, 64:93-104. 329-337.
- 鳥井真之・池田和則・板谷徹丸. 1999. 熊本県人吉盆地に分布する人吉層中の凝灰岩のK-Ar年代. 地質学雑誌, 105(8):585-588.
- 塚脇真二・倉富健治・金田俊郎・大木公彦・早坂祥三. 1986. 人吉盆地西部における上部新生界の層