

関東山地、秩父帯北帯の上吉田ユニットの石灰岩礫岩と 砕屑性ドロストーンの層序・岩相と堆積環境

松岡喜久次 (川越女子高等学校)

1. はじめに

秋吉帯、美濃帯および秩父帯において、砕屑性ドロストーンがチャートに伴って産することは、Hattori (1984)、Sano (1984, 1988) および佐野・小嶋 (2000) などにより報告されている。関東山地東部の秩父帯北帯においては、Hisada (1989) および指田 (1992) はドロマイト質石灰岩がチャートや苦鉄質岩に伴うことを報告した。松岡 (2017) は関東山地東部の秩父帯北帯において、チャートに挟まれる砕屑性ドロストーンの岩相について詳細な報告を行い、チャートと砕屑性ドロストーンの層序・構造を明らかにした。また、松岡 (2019) は住居附ユニットの砕屑性ドロストーンを含む砕屑性炭酸塩岩について、層序・岩相を明らかにし、砕屑性炭酸塩岩の堆積場と堆積環境を検討した。

本報告では、関東山地東部の秩父帯北帯の上吉田ユニットにみられる砕屑性ドロストーンについて述べる。特に、砕屑性ドロストーンに伴う石灰岩礫岩の岩相および砕屑性ドロストーンと苦鉄質岩の層序について検討し、それらの堆積環境を考察する。

ドロマイトからなる岩石はドロマイト岩ともよばれるが、本報告では沖村 (1982) に従ってドロストーン (苦灰岩) とする。以降、砕屑性ドロストーンは適宜ドロストーンと略記する。

2. 地質概説

関東山地の先新第三紀地質体は、北から三波川帯、秩父帯北帯、山中地溝帯、秩父帯南帯、四万十帯に区分され、これらがWNW-ESE方向の断層に境されて帯状配列している (図1)。本調査地域は関東山地東部に位置し、秩父帯北帯の堆積岩コンプレックスが広く分布する (図2)。北縁部には三波川帯御荷鉢ユニットの御荷鉢緑色岩類、南西部には秩父帯南帯の堆積岩コンプレックスが分布する (松岡ほか1998; 松岡2012)。秩父帯北

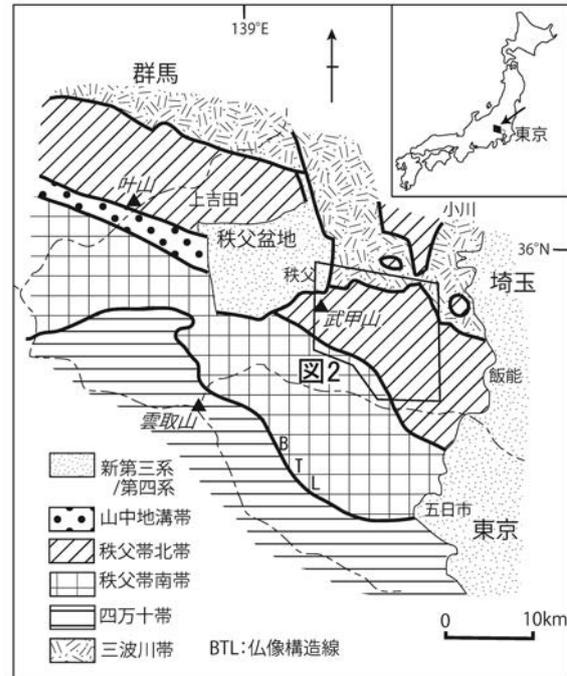


図1. 調査地域の位置図および関東山地の地体構造区分 (松岡ほか (2016) を一部修正).

帯の堆積岩コンプレックスは構造的な下位より柏木、上吉田および住居附の3ユニットに区分される。

御荷鉢緑色岩類は主に濃緑色～淡緑色の苦鉄質岩からなり、最上部に砕屑岩層を伴う (関東山地団体研究グループ2002; 松岡2013など)。秩父帯南帯の堆積岩コンプレックスは先白亜系の浦山層群日原層が分布し、チャート・砕屑岩シーケンスが衝上断層で繰り返す。以下に秩父帯北帯の各ユニットの概要を述べる。

柏木ユニットは、主にチャートからなり、珪質凝灰岩と泥岩を伴う。それぞれ強い変形と再結晶を受けている。上吉田ユニットは、泥岩と砂岩を主体とし、チャートと苦鉄質岩を含む混在岩からなる。チャートや苦鉄質岩の岩塊は長径数km以下のものが多い。変形・変成は弱く、弱い片理がみられる。住居附ユニットは砂岩を主体とし、苦鉄質岩と赤色チャートの岩塊を伴う。苦鉄質岩や

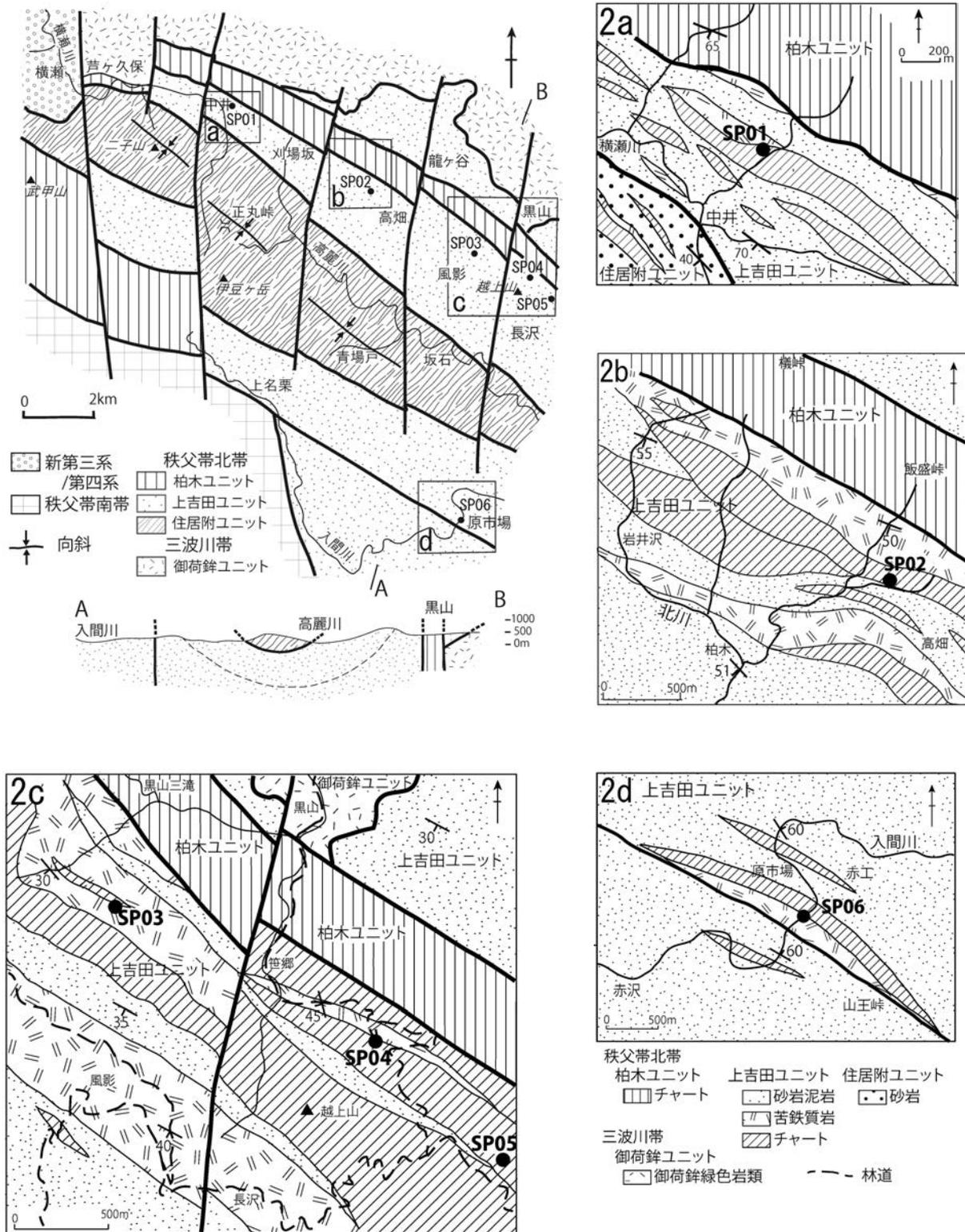


図2. 調査地域のユニット図、断面図 (松岡 (2012) および松岡ほか (2016) より作成).

2a ~ 2d の地質図は図2の4地域に、図2の調査地点 (SP01 ~ SP06) は図3の地質柱状図に対応.

2a : 横瀬町中井付近 (松岡ほか (2016) より作成), 2b : 飯能市柏木付近, 2c : 越生町および毛呂山町付近図 (松岡・八尾 (2011) より作成), 2d : 飯能市原市場付近

チャートは長径1 km以下の岩塊が多いが、長径3.0 km、短径0.25 kmの岩体もみられる。チャートは灰色～暗灰色や赤色を呈し、赤色チャートは苦鉄質岩に伴ってみられることが多い。一般に変形・変成ともに弱く、片理はみられない。

それぞれのユニットを構成する砕屑岩の年代については、柏木ユニットはジュラ紀新世～白亜紀古世（松岡 2013）、上吉田ユニットはジュラ紀中世前期～ジュラ紀中世中期（松岡・八尾 2011）、住居附ユニットはジュラ紀古世後期～ジュラ紀中世前期（指田 1992；松岡 2012）である。御荷鉢ユニット、柏木ユニット、上吉田ユニットおよび住居附ユニットの地体関係は、それぞれ断層で接する（松岡ほか 1998；松岡 2012）。

なお、本地域に分布する堆積岩コンプレックスのユニット区分は松岡ほか（1998）に従い、それらに含まれる地層や岩石の塊について、厚さ100 m以上のものを岩体、それ以下のものを岩塊と呼ぶ。

3. 調査地域の地質

本地域に分布する柏木、上吉田および住居附の3ユニットは、WNW-ESE方向に帯状に配列する。各ユニットの堆積岩コンプレックスの一般走向はN30～70°Wである。また、同方向の向斜軸が存在し、構造的上位の住居附ユニットが中央部に分布し、その北南両翼に上吉田ユニット、柏木ユニットが分布する。両翼の傾斜は20～50°である。これらのユニットはN-S方向の断層により地塊化している。

調査地域には上吉田ユニットが分布することから、以下では上吉田ユニットについて述べる。他のユニットについては、指田（1992）、松岡（2012）および松岡（2019）などを参照されたい。

本地域の上吉田ユニットは横瀬町芦ヶ久保から刈場坂をへて飯能市長沢まで、二子山の南と飯能市上名栗から原市場にかけて東西約13 kmに帯状に分布する。他に越生町龍ヶ谷の周辺にも分布する。

本ユニットは、堀口・竹内（1982）の高畑層、上久通層の一部、刈場坂層および間野層、Hisada and Kishida（1988）のUnit B、

Hisada（1989）のUnit BとUnit D、吉田・大藤（1998）のユニットAとC、指田（1992）の黒山層、高畑層、刈場坂層、中藤層および仁田山層にほぼ相当する、また、松岡ほか（1998）の上吉田ユニットに相当し、越生町史編纂委員会（2008）の万場サブユニットを含む。松岡・八尾（2011）の龍ヶ谷サブユニットおよび刈場坂サブユニットに相当する。

泥岩、砂岩、砂岩優勢互層、玄武岩質火山岩類およびチャートからなり、混在岩相を示す。泥岩は数mm～2 cmの0厚さの砂岩層や砂岩の岩塊を頻繁に伴い、砂岩層には平行葉理が発達する。砂岩は灰褐色～暗灰色、細粒で、通常数cm～数m径の大きさの岩塊として頻繁にみられる。本ユニットのみかけの上部および南縁部は、砂岩および砂岩優勢互層からなる。苦鉄質岩は赤紫色～濃緑色の凝灰岩や凝灰角礫岩からなり、岩体は厚く、側方によく連続する。石灰岩は灰白色～灰色で、数m径である。チャートは層状で、灰色～青暗灰色を呈し、数m～数10m径の岩塊が多い。希に、長径1 km、短径100 mの岩体もみられる。本ユニットのみかけの層厚は1,000 m+である。

石灰岩の地質年代は、石炭紀新世～ペルム紀（堀口・二瓶 1977；Hisada 1989）、チャートはペルム紀～トリアス紀（指田 1992；木村ほか；Hisada and Kishida 1988）、泥岩はジュラ紀中世（指田 1992；松岡・八尾 2011）である。

4. 各地点の石灰岩礫岩・砕屑性ドロストーンの層序・岩相

上吉田ユニット中の6地点（SP01～SP06）について述べる（図2）。ドロストーンはチャートや石灰岩礫岩に伴い、それらは苦鉄質岩の岩塊と密接に関連している。以下にドロストーンに伴う石灰岩礫岩の岩相、ドロストーンと苦鉄質岩の層序と産状について述べる。

1) 砕屑性ドロストーンに挟まれる石灰岩礫岩の岩相

SP01 横瀬町中井、南西に伸びる尾根上の露頭で、標高約550 mに位置する（図2 a）。石灰岩礫岩を挟むドロストーンとドロストーン

を挟むチャートが、尾根上に約40mに渡って露出する。構造は走向N45°Wで、70°東に傾斜する（松岡 2017、図 2）。ドロストーンは下位にある灰色のチャートと断層で接し、最上位にはドロストーンを挟む灰色や赤色チャートが重なる（図 3）。断層面はN20°Wで、35°東に傾斜する。

ドロストーンの中中部と上部には、短径約 2 m、長径約 8 mのレンズ状の石灰岩礫岩が挟まれる。ドロストーンは、他形で粒径0.1～0.7mmのドロマイトからなり、基質はほとんどない。石灰岩礫（Ls）は灰白色を呈し、亜角～亜円で礫径は 3～5 cmであるが、最大で10cmである（図 4）。まれに赤色チャート岩片がみられる。石灰岩礫は上部に向かって礫径が小さくなる。石灰岩礫岩の上限は不明瞭で、下限は上限より明瞭である。礫岩は基質支持で、基質は粒径0.2～1.0mmの他形のドロマイト（Dol）からなる（図 5）。石灰岩礫岩の基質にはドロマイトがモード組成で約 50%含まれる。礫岩の淘汰度は悪い。

ドロストーンとチャートの層序・堆積構造は、松岡（2017）に示したように、それらは堆積後に変形を受けている。ドロストーン

（Dl）はチャート（Ch）より塑性変形を受けやすいため、チャートは岩塊状になっている（図 6）。

SP03 越生町の黒山三滝の南、黒山三滝から尾根へ登るハイキングコース沿いの露頭で、標高約520mに位置する（図 2 c）。本地点の石灰岩礫岩などは、本来、苦鉄質岩に伴うチャートの岩塊の上部に位置すると考えられるが、上位が露頭欠如のため確認できない（図 3）。ただし、東方へ20mの地点にはドロストーンを挟む灰色のチャートの露頭が存在する。

下位の石灰岩礫岩（Ls-br）と上位の砂岩（Ls-s）からなり、層厚は約1.5mで、両者の境界は不明瞭である（図 7）。石灰岩礫は白色～灰色を呈し、亜角～亜円で、礫径は0.2～1 cmであるが、まれに径 2 cmもみられる。礫岩には径10～15cmのチャート礫（Ch）がみられる。このチャート礫は、亜角～亜円礫で中心部が赤色で縁は白色を呈する。また、このチャート礫の周辺には礫径 5～10mmのチャートの細礫が点在する。火山岩岩片がわずかにみられる。礫岩は基質支持で、基質は粒径0.5～1.0mm、他形のドロマイトからなる。

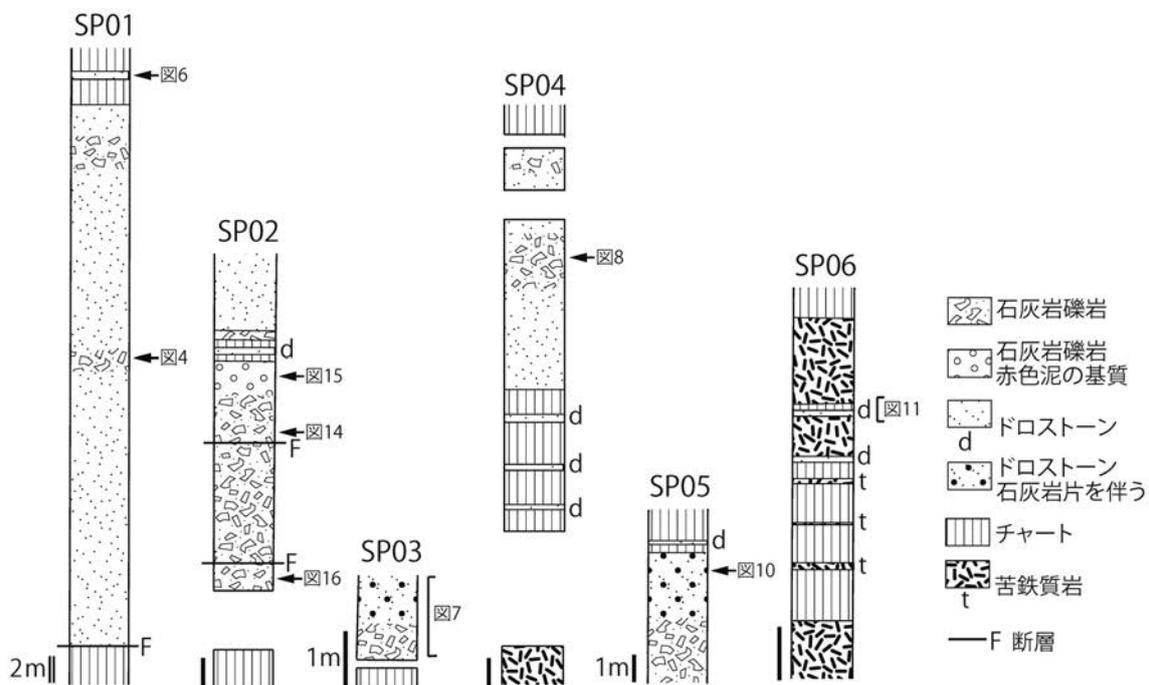


図 3. 本報告の調査地点（SP01～ SP06）の地質柱状図。
SP01～ SP06は図 2 と対応

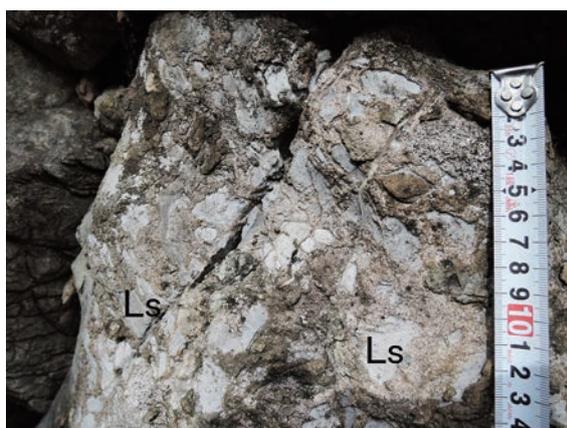


図4. 横瀬町中井 (SP01) の石灰岩礫岩の露頭写真. Ls : 石灰岩

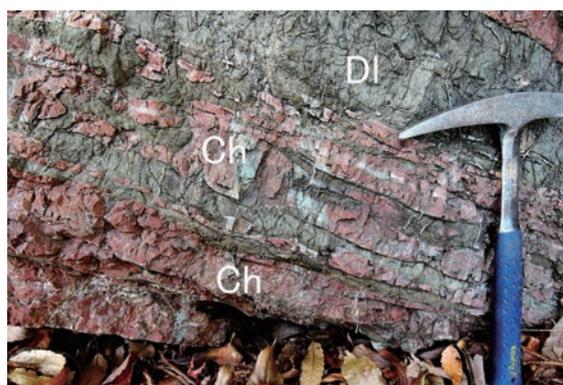


図6. 横瀬町中井 (SP01) のチャート・ドロストーン互層の露頭写真. Ch : チャート, DI : ドロストーン

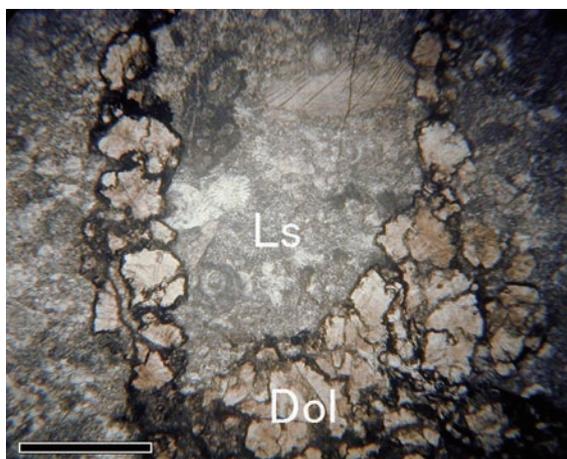


図5. 横瀬町中井 (SP01) の石灰岩礫岩の顕微鏡写真. Ls : 石灰岩, Dol : ドロマイト. スケールは1 mm



図7. 越生町黒山三滝の南 (SP03) の石灰岩礫岩の露頭写真. Ls-br : 石灰岩礫岩, Ls-s : 石灰岩砂岩, Ch : チャート

砂岩は、粒径1～2mmの石灰岩岩片と粒径0.2～1.0mmの他形のドロマイトからなる。フズリナの破片が含まれる。砂岩にはドロマイトがモード組成で約47%含まれる。

SP04 越生町黒谷、越上山の北の林道沿いの沢の右岸の露頭 (図2c)。この沢の左岸の露頭は、松岡 (2017) のSP10で報告したものである。ドロストーンは層厚約10mで、下位と上位のチャートに挟まれて産する (図3)。下位のチャートは淡い赤色を呈し、層厚数10cmのドロストーンを数枚挟む。ドロストーンは粒径0.2mmの他形のドロマイトからなる。構造は走向N30°W、40°西に傾斜する。このチャートの下位には、苦鉄質岩が分布する (図2c)。

ドロストーンの中上部には、層厚約2mと1mの石灰岩礫岩が挟まれる。ドロス

トーンは他形で粒径0.2～0.5mmのドロマイトからなり、基質はほとんどない。石灰岩礫岩 (Ls) は灰白色や黒色を呈し、礫径は0.5～2cmである (図8)。長径約1～2cmの火山岩岩片を含む。礫岩は基質支持で、基質は粒径0.2～1.0mmの他形のドロマイトからなる。石灰岩礫岩の基質にはドロマイトがモード組成で約48%含まれる。この礫岩は側方へ連続しない (図9)。石灰岩礫岩の上限は不明瞭であるが、下限は上限より明瞭である。

SP05 毛呂山町黒谷、越上山の東の林道から鎌北湖方面へのハイキングコース沿いの露頭で、標高約470mに位置する (図2c)。下位の石灰岩礫岩と上位の砂岩からなり、下限は露頭欠如のため不明で、上位にドロストーンを挟むチャートが重なる (図3)。この地点は Hisada (1989) により石炭紀のフズリナが

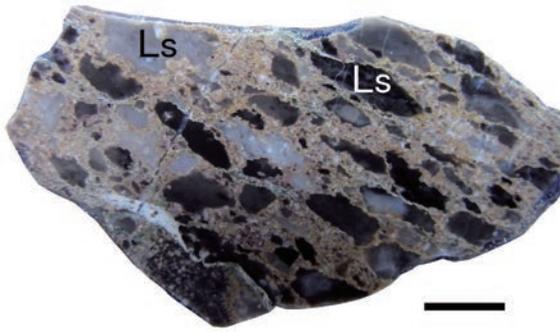


図8. 越生町越上山の北 (SP04) の石灰岩礫岩の研磨面写真. Ls: 石灰岩. スケールは1 cm



図9. 越生町越上山の北 (SP04) の石灰岩礫岩の露頭写真.

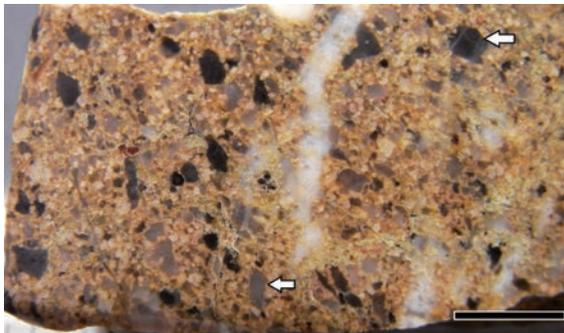


図10. 毛呂山町越上山の東 (SP05) の石灰岩砂岩の研磨面写真. 矢印: 石灰岩. スケールは1 cm

報告されている。

下位の石灰岩礫岩と上位の砂岩の層厚は約5 mで、境界は漸移する。石灰岩礫は白色や灰色を呈し、礫径は0.5～2 cmである。火山岩岩片がわずかにみられる。礫岩は基質支持で、基質は粒径0.2～1.0mmの他形のドロマイトからなる。砂岩は粒径0.1～2.0mmの石灰岩岩片と他形で粒径0.1～0.5mmのドロマイトからなる(図10)。砂岩にはドロマイトがモード組成で約46%含まれる。

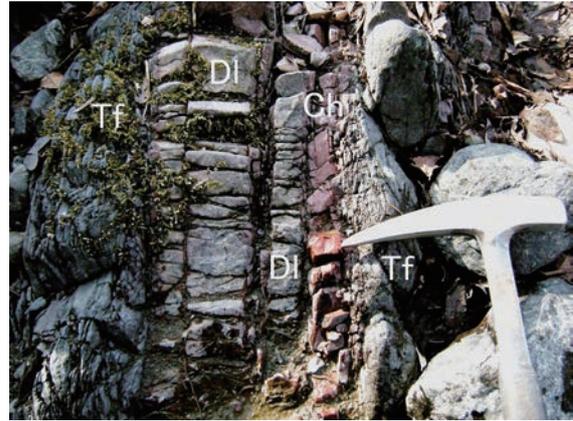


図11. 飯能市原市場 (SP06) のドロストーンを挟む凝灰岩の露頭写真. Tf: 凝灰岩, Ch: チャート, DI: ドロストーン

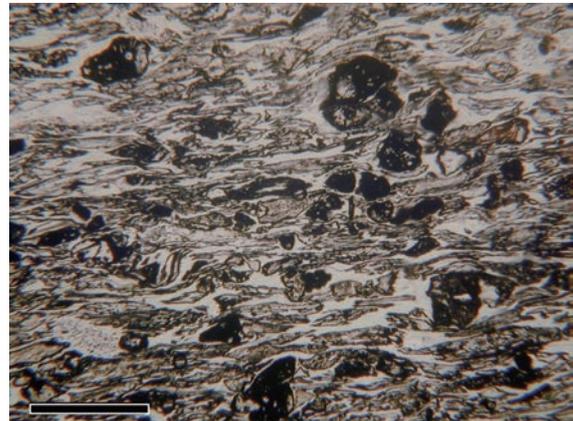


図12. 飯能市原市場 (SP06) のハイアロクラスタイトの顕微鏡写真. スケールは0.5mm

2) 碎屑性ドロストーン・石灰岩礫岩と苦鉄質岩の層序・岩相

SP02 飯能市柏木、高麗川の支流である北川の枝流の右岸の露頭で、標高約540mに位置する(図2b)。石灰岩礫岩とドロストーンは、苦鉄質岩の上位のチャート岩体に挟まれる(図3)。下位の石灰岩礫岩と上位のドロストーンは層厚約20m+で、石灰岩礫岩の下部と中部に断層ある。下部の断層面はN40°Wで、70°東に傾斜する。中部の断層面はほぼ水平で、破砕帯は幅20～30cm、粘土で固結していない。

最下部の石灰岩礫岩は、淡緑色を呈し、発泡した火山岩岩片を伴う。石灰岩礫は灰白色や黒色を呈し、亜角で、礫径は0.5～10mmである。基質支持で、基質がドロマイトと火山ガラス(Gl)からなる(図14)。

下部の石灰岩礫岩は、石灰岩礫と少量の火

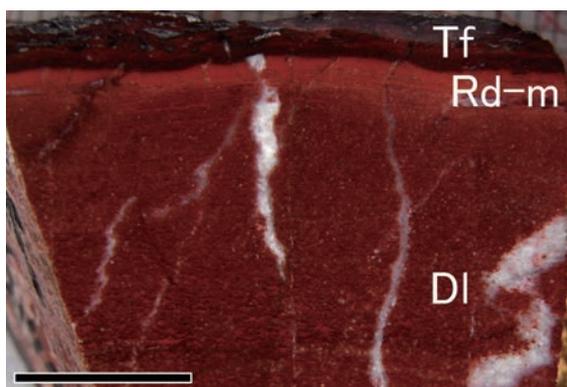


図13. 飯能市原市場 (SP06) のドロストーンの研究面写真. Tf : 凝灰岩, Rd-m : 赤色泥岩, DI : ドロストーン. スケールは 1 cm

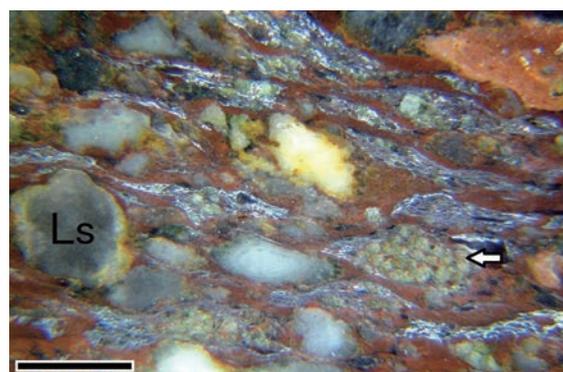


図15. 飯能市柏木 (SP02) の石灰岩礫岩 (上部) の研磨面写真. Ls : 石灰岩, 矢印 : ドロマイト, V : 火山岩. スケールは 1 cm

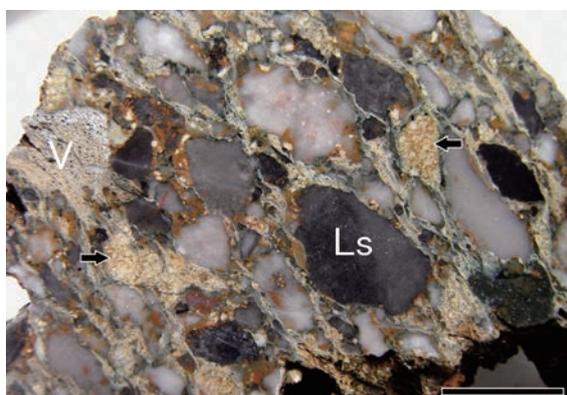


図14. 飯能市柏木 (SP02) の石灰岩礫岩 (最下部) の研磨面写真. Ls : 石灰岩, 矢印 : ドロマイト. スケールは 2 mm

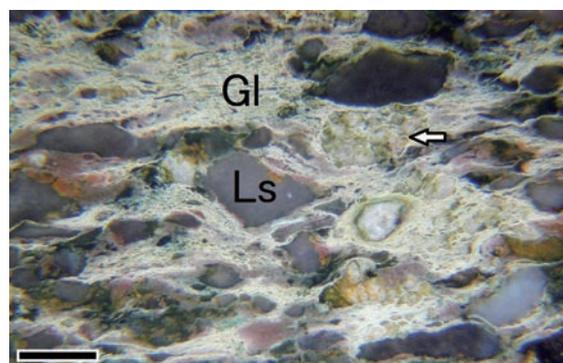


図16. 飯能市柏木 (SP02) の赤色泥の基質をもつ石灰岩礫岩の研磨面写真. Ls : 石灰岩, 矢印 : ドロマイト, Gl : 火山ガラス. スケールは 2 mm

山岩岩片からなる。石灰岩礫は灰白色や黒色を呈し、亜角～亜円、礫径は2.0～10cmで、まれに30cmのものがある。火山岩岩片は淡緑色を呈し、礫径は0.5～2 cmである。礫岩は基質支持で、基質は粒径0.1～1.0mmの他形のドロマイトからなり、淘汰度は悪い。

上部の石灰岩礫岩は石灰岩 (Ls) や火山岩岩片 (V) の他にチャート岩片がみられる (図15)。石灰岩礫と火山岩岩片の径は3.0～15mmで、火山岩岩片には発泡がみとめられる。チャート岩片は、白色を呈し角礫で径1 cmである。基質支持で、粒径0.1～1.0mmの他形のドロマイトと火山ガラスの基質をもち、淘汰度は悪い。最上部の石灰岩礫岩の岩相は上部と類似するが、石灰岩礫の径は3.0～10mmで基質に赤色泥が混在し、淘汰度は良い (図16)。

下位の石灰岩礫岩と上位のドロストーンの間に、チャート・ドロストーン互層と石灰岩

礫岩が挟まれる。層厚はそれぞれ約1 mと約2 mである。石灰岩礫岩は最下部の石灰岩礫岩の岩相と類似する。

上位のドロストーンは他形で粒径0.2～0.5mmのドロマイトからなり、基質はほとんどない。

SP06 飯能市原市場、入間川の河床の露頭で、左岸沿いに約20mに露出する (図2 d)。最下部の苦鉄質岩の上位にチャート、ドロストーン、苦鉄質岩および赤色チャートが重なる (図3)。チャート (Ch) とドロストーン (DI) は、苦鉄質岩 (Tf) に挟まれている (図11)。構造は走向N60°W、垂直～75°南に傾斜する。

苦鉄質岩は濃緑色～赤紫色を呈し、多量の火山ガラスと少量の火山岩岩片からなるハイアロクラスタイトである (図12)。火山岩岩片は赤紫色を呈し、やや丸く、径0.1～0.5mmである。ハイアロクラスタイトは上方へ向

かつて細粒となり赤色泥岩に移化し、厚さ1～数cmで繰り返す。この赤色泥岩には、粒径0.05～0.1mmのドロマイトが少量含まれる。ハイアロクラスタイトは層状チャートに薄層として挟まれることがあり、層厚は数cm～10cmである。

ドロストーンは他形で粒径0.1～0.3mmのドロマイトからなり、淘汰はよい。赤色泥の基質を少量もつ泥質ドロストーンである。ドロマイトの粒径は上位へ向かって細粒となるとともに、基質は増加し赤色泥岩に移化する。

赤色泥岩は微細な赤鉄鉱や石英からなり、厚層の場合は中部で赤色チャートがみられる。赤色泥岩の上位には赤色チャートまたはハイアロクラスタイトが重なり、両者の境界は明瞭である(図13)。

5. 石灰岩礫岩・碎屑性ドロストーンおよびチャートの堆積年代

ドロストーンの堆積年代は、決定できる化石が産出しないため不明である。Hisada(1989)は上吉田ユニットのドロストーンに含まれる石灰岩礫中に石炭紀のフズリナを報告した。このことから、上吉田ユニットのドロストーンの堆積年代は石炭紀以降である。

本報告のSP04とSP05のドロストーンを挟むチャートは、小池ほか(1980)によりペルム紀のコノドントが報告されている。また、指田(1992)により、飯能市上名栗および天覧山の赤色チャートからペルム紀古世の放散虫化石が報告されている。一方、越上山付近と芦ヶ久保の淡褐色のチャートからは、トリアス紀のコノドントや放散虫化石が報告された(小池ほか1980;松岡2017)。このトリアス紀のチャートは、苦鉄質岩およびドロストーンを伴わない。

6. 考察

1) 碎屑性ドロストーンに挟まれる石灰岩礫岩の堆積環境

本論文のSP01とSP04の厚層のドロストーンは、他形で粒径0.1～0.7mmのドロマイトからなり、基質はほとんどない。ドロストーンに挟まれる石灰岩礫岩の石灰岩礫は、垂角～垂円、礫径は0.2～2cmで10cmを越えることもある。石灰岩礫岩の基質のドロマイトの粒

径は0.2～1.0mmである。石灰岩礫岩はドロストーンに挟まれ、基質のドロマイトの粒径はドロストーンのドロマイトより大きいことから、石灰岩礫と基質のドロマイトは共に、ドロストーンの堆積場に堆積したと考えられる。

Sano(1988)および佐野・小嶋(2000)は、浅海で堆積した石灰岩礫やドロマイトが重力流により深海底に運ばれて再堆積したと考えた。本論文の石灰岩礫岩も重力流による堆積物と考えられるが、レンズ状を呈し側方へ連続しないことから、堆積物重力流の広がりには狭いものだったと考えられる。

SP03の石灰岩礫岩には径10～15cmで垂角～垂円のチャート礫がみられることから、堆積物重力流が周囲に堆積していたチャートを削りとり、礫として取り込んだものと考えられる。この礫の周辺に、チャートの細礫が点在することとも調和的である。石灰岩礫岩は、上限が不明瞭であるが、下限は上限より明瞭であり、石灰岩礫が上方細粒化することから、1回の堆積物重力流による堆積物と考えられる。

また、SP03やSP04の石灰岩礫岩は苦鉄質岩の岩体と密接に産し、粗粒陸源碎屑粒子を含まないこと、火山岩岩片を伴うことから、堆積環境は海山や海台の斜面から大洋底であったと考えられる。

2) 碎屑性ドロストーンと苦鉄質岩の堆積環境

SP02の石灰岩礫岩の礫径は、上部から最上部に向かって細粒となる。上部は淘汰度が悪く、最上部は良い。上部の基質はドロマイト、発泡した火山岩岩片と火山ガラスからなり、最上部の基質は赤色泥が加わる。関東山地団体研究グループ(2002)によると、赤色泥は海底火山活動に伴って形成されたものとされたことから、石灰岩礫岩は石灰岩礫、ドロマイト、火山岩岩片、火山ガラスおよび赤色泥が堆積物重力流により運搬・再堆積したものと考えられる。また、SP06の苦鉄質岩に挟まれるドロストーンは、ドロマイトと少量の赤色泥の基質からなる。ドロマイトの粒径は上位へ向かって細粒となり、赤色泥岩に移化する。ドロストーンは、ドロマイトや赤

色泥が底層流により運搬・再堆積したものと考えられる。

SP06のハイアロクラスタイトは、上方へ向かって細粒となり赤色泥岩に移化する。これらが厚さ1～数cmで繰り返すことからラミナとみられる。赤色泥岩には、細粒砂サイズのドロマイトが少量含まれ、ハイアロクラスタイトとドロストーン境界は明瞭であることから、火山岩岩片、火山ガラス、ドロマイトや赤色泥が水流により運搬・再堆積したものと考えられる。

ハイアロクラスタイトは層状チャートに薄層として挟まれることがあり、厚層の赤色泥岩の中部には赤色チャートがみられることから、堆積環境はチャート堆積場が考えられる。したがって、チャートの堆積場にドロマイトや海底火山堆積物が供給される環境であったと考えられる。

謝 辞

本報告において、関東山地研究グループの方々には助言をいただいた。以上の方々に深く感謝する。

引用文献

- Hattori, I. (1984) Alternating clastic limestone and red chert as olistolith in the Mino Terrane, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 90: 43-54.
- Hisada, K. (1989) Nappe of the Chichibu complex in the Kuroyama area, eastern part of the Kanto mountains, central Japan. *Ann. Rep. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, 15: 49-53.
- Hisada, K. and Kishida, Y. (1988) Geology of the upper reaches of the Toki River, northeastern part of the Kanto mountains, central Japan. *Ann. Rep. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, 14: 42-45.
- 堀口万吉・二瓶省三 (1977) 関東山地東部梅園地域の地質. 埼玉大学教養部紀要 (自然科学篇), 13: 111-117.
- 堀口万吉・竹内敏晴 (1982) 関東山地東部・高麗川上流地域の地質と構造. 埼玉大学教養部紀要 (自然科学篇), 18: 227-236.
- 関東山地団体研究グループ (2002) 関東山地, ミカブ緑色岩類に累重する碎屑岩層一

西御荷鉢層の起源と堆積環境一. *地球科学*, 56: 333-346.

- 小池敏夫・池崎文也・岡村 晋・高島清行 (1980) 関東山地各地の層序ならびに地質構造. 日本列島北部における地相斜および構造体区分の再検討 (総研A報告書), 77-86.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎 (1998) 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質. *地質雑*, 104: 634-653.
- 松岡喜久次 (2012) 秩父帯北帯, 埼玉県横瀬町芦ヶ久保～飯能市上名栗から産するジュラ紀放散虫化石. 埼玉県立自然の博物館研究報告, 6: 59-68.
- 松岡喜久次 (2013) 関東山地北東部, 秩父帯北帯の柏木ユニット一年代と海洋プレート層序. *地球科学*, 67: 49-54.
- 松岡喜久次 (2016) 埼玉県秩父市影森～横瀬町芦ヶ久保の地質と産出したフズリナ類と放散虫化石. 埼玉県立川の博物館紀要, 16: 33-42.
- 松岡喜久次 (2017) 関東山地, 秩父帯北帯の碎屑性ドロマイト岩—チャートとドロマイト岩にみられる堆積構造一. 埼玉県立川の博物館紀要, 17: 33-42.
- 松岡喜久次 (2019) 関東山地, 秩父帯北帯の碎屑性炭酸塩岩の層序・岩相と堆積環境. *地球科学*, 73: 5-14.
- 松岡喜久次・八尾 昭 (2011) 関東山地東部の秩父帯北帯の上吉田ユニット—Striatojaponocapsa conexa 帯の確認とその意義一. *地球科学*, 65: 219-229.
- 越生町史編纂委員会 (2008) 越生町の大地. 越生町史自然史編 越生町の自然: 25-110, 越生町.
- 沖村雄二 (1982) 石灰岩. *地学双書*, 23, 地学団体研究会, p 168.
- Sano, H. (1984) Displaced dolomites in radiolarian cherts of the Chichibu Belt on Shikoku Island, Southwest Japan. *Sediment. Geol.*, 137:20-23.
- Sano, H. (1988) Permian oceanic-rocks of Mino Terrane, central Japan. Part I. chert facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 94: 697-709.
- 佐野弘好・小嶋 智 (2000) 美濃一丹波一足

尾テレーンの石炭〜ジュラ系海洋性岩石.

地質学論集, 55 : 123-144.

指田勝男 (1992) 関東山地東縁部の秩父帯
北・中帯. 地学雑, 101 : 573-593.

吉田 拓・大藤 茂 (1998) 関東山地東部飯
盛峠地域の秩父帯の地質概略と放散虫化
石. 大阪微化石研究会誌, 特別号, 11 :
137-146.