

新たな国指定天然記念物及び名勝「大歩危小歩危」

地質班 (阿波学会会長)

石田 啓祐

要旨：国の文化審議会の答申をもとに、2014年に国指定天然記念物「大歩危」が誕生し、2015年には国名勝にもダブル指定された。この度、2017年11月の答申により、小歩危も追加指定されることとなり、2018年2月13日に国指定天然記念物及び名勝「大歩危小歩危」が誕生した。これまでの取り組みを振り返って、見所を紹介したい。

キーワード：国指定、天然記念物、名勝、地質鉱物、地窓、褶曲、衝上、V字谷

1. はじめに

指定地は、吉野川が四国山地を横断する中流域に位置し、三波川帯のプレート沈み込み変成岩の隆起と吉野川の下刻が特徴で、急峻なV字谷を形成する。そのため、調査はゴムボートによるラフティングとなり、写真は世界選手権2017の全コースを含めた土佐岩原から徳島県川口までの18km間での勇姿である(図1)。



図1 ラフティングインストラクター、三好市のスタッフと共に

大歩危小歩危の吉野川流域は、三波川変成帯の隆起部にあたり、ドーム状複背斜構造の軸部に、構造的最下位の砂礫質片岩からなる大歩危ユニットが地

窓として露出する。加えて、ドームの中央部を吉野川が南北に横断し、下刻することが、当地の三波川帯で「日本列島の基本構造や四国山地の成り立ちを垣間見ることができる」地質と地形の最大の特徴といえる(図2・図3)。

沈み込み変成岩が上昇に転じることで、陸上では四国山地の隆起という造山運動をもたらし、吉野川で代表される河川の下刻によって露出した大歩危ユニットの砂礫質片岩は、周囲に分布する構造的上位の泥質片岩や塩基性片岩に比べて硬質な抵抗岩となる(図3)。その結果、差別浸食による急峻なV字谷を形成し、「大歩危小歩危」の地名に残る崩壊地形の難所として、明治以降の国道開通とともに、特異な景観が紹介され、今日の名勝指定に繋がった経緯がある。

2. 研究の歴史と地形地質概要

「四国三郎」の別名で知られる四国の吉野川は、高知・愛媛県境に位置する石鎚山系の瓶ヶ森に源流を発し、徳島平野を流下して紀伊水道に至る全長194km、流域面積3,750km²の大河である。その流路は、四国の地形・地質と密接に関連しており、四国山地の主部を構成する三波川・御荷鉾帯の結晶片岩

* 〒770-8502 徳島市南常三島町1-1 徳島大学大学院社会産業理工学研究部自然科学系



図2 吉野川の流路と地質・四国山地の関わり（四国地方土木地質図，1998に加筆）



図3 大歩危ドーム状背斜と吉野川の流路（四国地方土木地質図，1998に加筆）

地帯を流れることでも知られる（図2）。

吉野川の源流から高知県の早明浦を経て大豊までの上流部は、地質的には三波川―御荷鉾帯を南東に流下し、三波川―御荷鉾帯南限の御荷鉾構造線に近接する区間である。中流部は、高知県の大豊から土佐岩原、徳島県の大歩危―小歩危を経て、阿波池田に至る北流区間であり、東西に延びる四国山地を南北に下刻する横谷としてV字谷を形成する。下流部は、阿波池田から徳島市に至る東西区間で、四国山地と阿讃山脈を画する中央構造線に沿った縦谷として、次第に吉野川平野を発達させながら、三波川―御荷鉾帯の北縁を東流する。

指定地の「大歩危小歩危」は、吉野川中流に位置し、四国山地を下刻する横谷として、典型的なV字谷を形成する。当地は、地質学的には、西南日本外帯の三波川―御荷鉾帯に位置する。三波川―御荷鉾



図4 吉野川の流路と四国の地形・地質との関わり（四国地方土木地質図，1998に加筆）



図5 四国の地盤の動きと吉野川の流路（国土交通省吉野川流域地形モデルに加筆）

帯は、海洋プレートの沈み込み運動により形成された高圧型変成岩が上昇する地帯として、脊梁山地である四国山地を形成する。三波川―御荷鉾帯の北限は、中央構造線断層系により、阿讃山脈を構成する和泉層群（白亜紀後期）と画され、南限は御荷鉾緑色岩類（三疊紀～ジュラ紀後期の海底火山噴出と堆積、白亜紀前期の沈み込み変成）を経て、御荷鉾構造線により、秩父北帯のジュラ紀付加堆積物と画される（図2・3：四国地方土木地質図編集委員会，1998）。

吉野川の流路の形成に関して、主要な地質情報（構造線の位置、三波川―御荷鉾変成帯の分布）と地形情報（四国山地の主峰、半島、土佐湾、燧灘の位置関係と起伏）を重ね合わせることで、吉野川中流が大歩危溪谷で四国山地を横断する横谷を形成する理由が伺われる（図4）。四国中～東部にかけて

三波川変成岩の形成と上昇イメージ(中生代末)

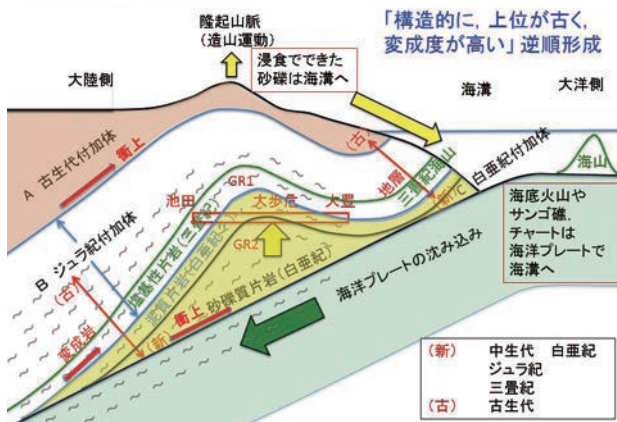


図6 プレート沈み込み運動と四国の地質構造の概要。大歩危背斜の基本構造

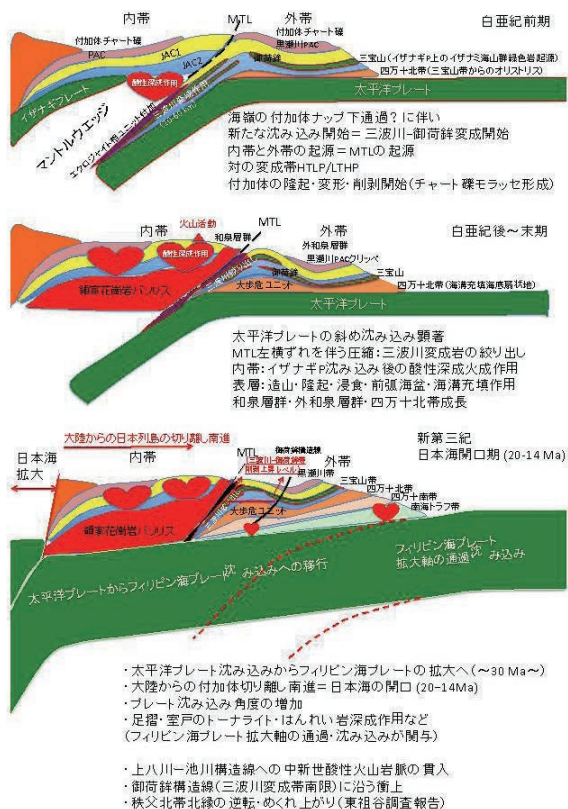


図7 プレート運動による西南日本の地質構造発達モデル

は、中央構造線を挟んで、四国山地と阿讃山脈が相反する隆起と沈降で特徴づけられる蝶番運動をする狭間で、相対的な隆起と沈降の変換点を南北に連ねた蝶番の軸部が、現在の^{ちようつがい}大歩危峡谷となっている(図4)。中央構造線を挟んで、北側に隣接する燧灘—阿讃山脈列は、西の燧灘が沈降域に対して、東の阿讃山脈が隆起域となっている。一方、南側に位置する石鎚山—徳島平野列は、西の石鎚山側が隆起域に対して、徳島平野側が沈降域となり紀伊水道に沈

む。さらに御荷鉾構造線を挟んで、その南の剣山—高知平野の地盤の動きも、北側の四国山地—徳島平野の動きと相反している。そして、この三つの並行するシーソー板の「同一の支点軸」に当たるのが、「大歩危小歩危の峡谷」であり、吉野川中流は、昇降の変化が少なく、最も安定した支点軸に沿って流下している(図5)。

三波川—御荷鉾帯の変成岩類は、中生代白亜紀のプレート沈み込み運動に起因する高压型変成岩として形成された。プレート沈み込みに伴う段階的な底付け運動は、低角度の衝上断層で画されたナップの累重による多重階層構造の発達と、底づけ運動によるナップの押上げをもたらした(図6)。同時に、中生代白亜紀以降の地表では、四国脊梁山地の原型となる地質体の隆起と浸食が進行した。その結果、沈み込み変成岩の構造的上位に位置したペルム紀付加体とジュラ紀付加体は剝離され(Ishida, 1999; 石田・香西, 2002; Ishida *et al.*, 2002), 新生代古第三紀以降には、三波川—御荷鉾帯の緑色片岩が地表に露出するようになった(図7)。石鎚山系に分布する始新世ひわだ峠層—中新世久万層群の河川・湖成堆積物には、三波川結晶片岩の巨礫が大量に含まれる(四国地方土地地質図編纂委員会, 1998)。

四国中央部の吉野川中流域に分布する三波川帯の研究は、戦後Kojima (1951) などにより本格的に着手され、変成岩層序学的に、川口層、小歩危層、三縄層、大生院層が識別された。三波川帯の温度構造の特徴として、構造的に上位の地質体の方が、下位に比べて変成度が高いことが注目されてきた。この課題の解決策として、ナップテクトニクスによる多重階層構造形成モデルが考慮され、川口層と小歩危層は大歩危ナップに、三縄層下部—大生院層は上位の別子ナップに帰属された(Takatsu & Dallmeyer, 1990)。青矢・近藤(2017)は、構造的に最上位に、マントルウェッジ起源の東赤石山岩体で代表されるエクログャイトユニットを識別し、地下60kmからの絞り出しによる上昇を考察した。また、ジュラ紀付加体起源の別子ナップ相当を白滝ユニット、最下位の白亜紀付加体起源のナップを大歩危ユニットとした。

プレート沈み込み付加運動の観点からは、1980年

代以降には、三波川—御荷鉾帯を構成する地質体の微化石層序学的年代と変成年代の解析が進められた。その結果、別子ユニットを構成する三縄層主部の塩基性片岩に伴う石灰質片岩からは、中生代三畳紀後期のコノドント化石が検出された（須鎗ほか，1980）。

また Fuzimoto (1938) は、関東山地の三波川—御荷鉾帯泥質片岩に伴う珪質—石灰質片岩から、放散虫を検出記載しており、それらは1980年代以降の“放散虫革命”期の研究によって明らかにされたジュラ紀型放散虫群集に対比できる。また、御荷鉾緑色岩類に伴う赤色チャートからは、ジュラ紀後期の放散虫群集が検出され（Faure *et al.*, 1991），これらの微化石検出により三波川—御荷鉾帯の沈み込み変成は、白亜紀前期以降であることが特定された。

微化石年代の解明，ならびに隣接する秩父累帯ジュラ紀付加体で解明された海洋プレート層序とその微化石年代との対比によって，別子ユニットを構成する塩基性片岩や石灰質片岩，珪質片岩～泥質片岩は，秩父累帯をはじめとするジュラ紀付加体相当の海洋プレート起源の沈み込み変成岩である可能性が明らかになった（Okamoto *et al.*, 2000）。別子ユニット構成岩類の沈み込み変成年代の最盛期は120–110Ma（白亜紀前期後半）である（Aoki *et al.*, 2007）。

大歩危ユニットを構成する砂質片岩と含礫片岩の碎屑岩としての岩石学的な研究は小島・光野（1950）にはじまる。大歩危ユニットは，その構成が，海洋プレート起源ではなく，砂岩・礫岩をはじめとする陸源碎屑性の堆積物であり，四万十北帯の白亜紀付加体の碎屑粒子や礫の岩石化学組成的な比較・対比がなされた（君波・松浦，1995）。さらに，砂質片岩に含まれる碎屑性ジルコンの年代上限から，大歩危ユニットは，四万十北帯の砂岩礫岩層に対比され，白亜紀付加体海溝充填堆積相の隆起露出部と位置づけられた（Aoki *et al.*, 2007）。また，大歩危ユニットの堆積年代の始まりは，それぞれ92Maと82Ma（白亜紀後期）とされ，最盛期変成年代が77–63Ma（白亜紀末～第三紀初頭）に集中することから，大歩危ユニットは白亜紀後期付加体の沈み込み変成相と位置づけられた（Aoki *et al.*, 2007）。

これらの成果をもとに，白亜紀後期の付加体粗粒



図8 砂質片岩互層に挟在する流路充填堆積物とチャネル構造。大歩危

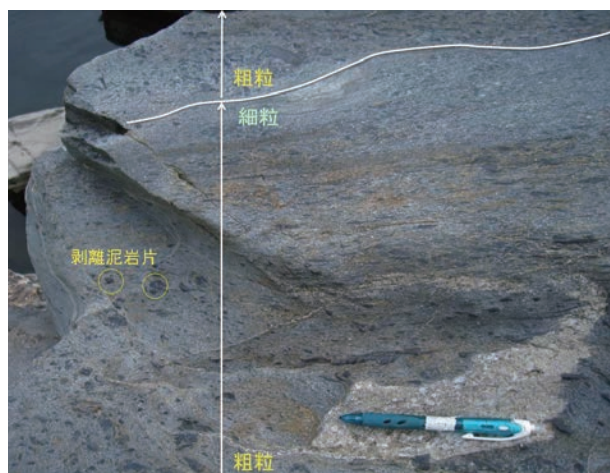


図9 流路充填砂岩層内の級化とアマルガメーション。図8の拡大

碎屑岩相起源の変成帯としての観点から，大歩危ユニットを含むナップを，ジュラ紀付加体起源の三波川—御荷鉾帯変成帯からは独立させて捉えようとする試みが提唱されている（青木ほか，2010；磯崎ほか，2010）。

吉野川中流域の三波川帯には，大歩危—小歩危のドーム状複背斜構造の存在が知られている（Kojima, 1951）。ドーム状の背斜構造は，岩崎（1972），Hara *et al.*（1992），四国地方土木地質図編纂委員会（1998）などにより，広域的な地質図として示されている。これらの地質研究によって明らかにされた共通の記載的な事実として，吉野川中流における岩相分布は，大歩危背斜の砂質片岩の分布を中軸部として，その南北両側（構造的上位）には，泥質片岩，塩基性片岩が順次対称的に分布することである（図3・6）。

甲藤・平（1980）は、大歩危の礫質片岩が層序的に逆転している可能性を指摘した。これまで知られていた徳島県指定天然記念物「三名一西祖谷の含礫片岩」層準の見かけ下位数100mに位置する砂質片岩のいくつかの層準においても含礫片岩が挟在する。これまでの調査で、砂質片岩には、四万十帯と同様に、剥離泥岩片を多量に伴う流路充填堆積物が挟在し、チャンネル構造やアマルガメーションと級化構造が見いだされた（図8・9）。これによれば、砂質片岩は、乱泥流堆積物起源であり、構造的には正常位であることが確かめられた。

3. 地質・地形の特色

指定地の大歩危から、追加指定地の小歩危までを下ると、兩岸には、大歩危ユニットを特徴づける事象が次々と観察できる。

【礫岩の変形】遊覧船の船着き場には、背斜の南翼に位置する徳島県指定天然記念物「祖谷・三名の含礫片岩」が、南（上流）傾斜で露出し、砂岩層に含まれた酸性火成岩をはじめとする円礫が、プレート沈み込み変成帯の地下深部で、扁平に変形した様子が肉眼で観察できる（図10）。

【節理群の発達】砂質片岩からなる兩岸には、南北走向で垂直な節理群が発達する。節理に沿う下刻は、吉野川の流路を誘導し、山地の隆起とともに節理に沿う岩盤の崩落（「大歩危小歩危」の由来）が進行することで、急峻なV字谷が形成されつつある様子が伺われる（図11）。

【砂質片岩に残る地層としての特徴】砂質片岩と泥質片岩の交互層は地層面を留めており、砂質片岩層の内部には、平行ラミナや斜交ラミナ、級化などの堆積構造が残り、地層としての特徴が観察できる（図12）。

【四万十帯に一般的なチャンネル充填堆積物の存在】一連の調査で、指定地内の砂質片岩互層中には、剥離泥岩片を多量に含むチャンネル充填堆積物の存在が確認でき、級化やアマルガメーションなどが識別できた（図8・9）。今後は、海溝を充填した海底扇状地堆積物の観点から、四万十帯白亜系堆積相との比較という可能性が見えてきた。

【岩石段丘と離水甌穴群】岩石段丘は大歩危小歩危

の砂質片岩部に共通に形成されており、高位の甌穴は平均水面からの比高が7～8mに位置する（図13）。

【大歩危の獅子岩：渦流浸食と隆起による残留突起】隆起した砂質片岩の岩壁には、かつて水中の渦流に



図10 徳島県指定天然記念物「祖谷・三名の含礫片岩」。大歩危



図11 吉野川の岸壁を規定する砂質片岩の節理群。南北走向で垂直。大歩危

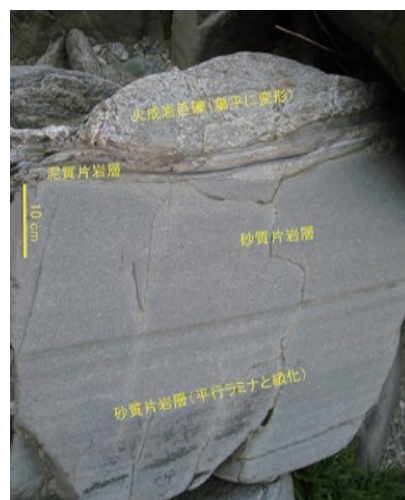


図12 砂質片岩層に残る堆積構造。延性変形した酸性火成岩巨礫を伴う。大歩危



図13 岩石段丘上に残る離水陥穴と旧河道。小歩危



図14 砂質片岩の隆起と渦流侵食による残留突起。大歩危

よって谷壁が浸食されたことを物語るフック状の残留突起が認められ、高位のものは、水面から比高7～8mに位置する（図14）。岩盤の隆起と渦流による谷壁の浸食の見事な造形として、指定地内には「獅子岩」があり、残留突起が獅子のあごひげのように並んでいる（図15・16）。

【大歩危背斜の軸部】この度の追加指定地には、大歩危背斜の軸部が含まれ、層理面由来の片理面の傾斜が、上流（南）傾斜から次第に水平に変化し、さらに下流（北）側へと変化する（図17）。

【小歩危の特徴：堆積岩から変成岩へ】大歩危に加えて小歩危を指定することの意義は、第一に、背斜構造という一連の地層の褶曲による「盛り上がり」が、南翼の大歩危に、軸部と北翼の小歩危が加わることで、構造として完結することにあった。しかしながら、それに留まらず、小歩危は大歩危に比べて、同じ砂質片岩でも、微褶曲と石英脈の発達により、



図15 「獅子岩」。渦流による砂質片岩の侵食と岩盤の隆起の同時進行を物語る。大歩危



図16 「獅子岩」に残るあごひげ状の残留突起列。大歩危

多くの堆積構造が失われている点に、両翼での顕著な変化があることに気づいた（図18・19）。おそらく、プレート沈み込みに伴う温度圧力履歴が、大歩危より先行し継続した小歩危ほど、変形と再結晶が進行したことに起因するのではなかろうか。ともあれ、3Dの岩肌に、木目のように浮き出た微褶曲を様々な角度から観察し理解する上で、また、褶曲の作り出す文様を景観の構成要素として眺め満喫する上で、小歩危は絶好のサイトであろう。

4. 学術的価値のアップデート

背斜軸部と小歩危地域を追加指定することによって生まれた、新たな価値付けは、「大歩危小歩危の三波川変成岩は、海洋プレートの沈み込みにより付加された地層から構成される日本列島の成り立ち、付加されたより新しい地層が構造的に下位に底付けられ、地下深部に押し込まれ高い圧力で変成し、その



図17 大歩危背斜の軸部。大歩危



図18 微褶曲と石英脈瘤の造形。小歩危の砂泥片岩層

後の地殻変動で上昇し、より古い地層の浸食により地表に現れるというプロセスを知る上で重要な地質現象を示すものとして学術上重要である。さらに近世に通行の難所であった險路から交通網の発達により広く全国に知れ渡るようになった優秀な溪流の景勝地であり鑑賞状の価値が高い。」と評されている(文化庁文化財部, 2018)。

このように、大歩危から小歩危までの露頭を連続的に観察することで、沈み込み変成岩の上昇に伴う背斜構造の全体像や、四国山地の成り立ちと隆起に起因する吉野川横谷の地形的特徴とともに、大歩危ユニットのプレート沈み込みによる付加堆積物としての特徴から変成岩の特徴への変化が、連続的に観察できる(図20)。このような観察の場として、「大歩危小歩危」は両者が揃うことで、国の天然記念物・名勝に更にふさわしく、是非、探訪されたい。その際にはガイド付の舟下りやラフティングをお薦



図19 砂質片岩を貫く石英脈と微褶曲。小歩危。堆積構造は消滅

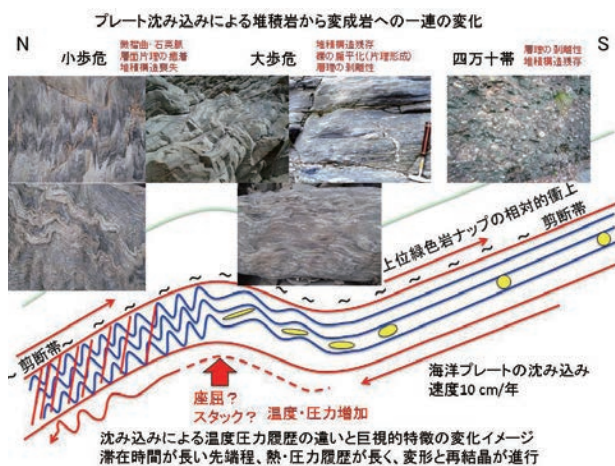


図20 堆積岩から変成岩へ。大歩危ユニットの砂礫質片岩の変形の推移

めしたい。

大歩危小歩危の吉野川横谷は、かつてダム建設計画のため水没の危機にあったが、地元は景観の保護を選択した。その経緯が名勝としての評価にも与えられているという。ちなみに、ルーマニアとセルビア国境の鉄門「アイアンゲート国立公園」は、ドナウ川横谷がカルパチア山脈を横断する狭窄部として世界的に知られるが、ダム建設により水没し、往時の姿は見られない(図21)。

ヨーロッパアルプスの形成は、ユーラシア大陸にアフリカ大陸が衝突した際に、間にあった低緯度熱帯のテチス海の地層を、横臥褶曲したナップの重なり(デッケ構造)としてユーラシア大陸の上に押し上げたことで知られる(図21)。氷河などによる浸食で、構造的な下のナップが背斜部を中心に地表に現れる特異な構造は、地窓(フェンスター、ウインドウ)として知られる(図21)。大歩危小歩危は、



図21 ヨーロッパアルプスのデッケ構造と地窓。アイアンゲート国立公園のドナウ横谷狭窄部。ダム湖に水没。(石田撮影, 2010年)

構造的な最下位の大歩危ユニットが、ドーム状の背斜構造を形成し、構造的な上位の別子ユニットが、吉野川により浸食されたことにより形成された。まさに日本版の地窓であり、ヨーロッパアルプスに匹敵するプレート運動による構造が、アジアにも存在し、日本列島の形成過程を知る上で重要と評価され指定された事になる。今後は、大歩危小歩危の成立過程と自然環境面での価値が、その地形的景観とともに、国際的にも評価される事を期待したい。

参考文献

- 青木一勝・大藤茂・柳井修一・丸山茂徳, 2010, 三波川変成帯中の新たな独立した広域変成帯の存在—白亜紀から第三紀の日本における造山運動—. 地学雑誌, 119(2), 313–332.
- Aoki, K., Iizuka, T., Hirata, T., Maruyama, S. and Terabayashi, M., 2007, Tectonic boundary between the Sanbagawa belt and the Shimanto belt in central Shikoku, Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, 113, 171–183.
- 青矢睦月・近藤俊祐, 2017, 初期三波川変成作用の認識, 及び後期白亜紀三波川沈み込み帯の描像. 地質学雑誌, 123(9), 677–698.
- 文化庁文化財部, 2018, 新指定の文化財「大歩危小歩危」. 月刊文化財, 平成30年2(653), 39–40.
- Faure, M., Iwasaki, M., Ichikawa, K. and Yao, A., 1991, The significance of Upper Jurassic radiolarians in high pressure metamorphic rocks of SW Japan. *Jour. SE Asian Earth Sciences*, 6, 131–136.
- Fuzimoto, H., 1938, Radiolarian remains discovered in a crystalline schist of the Sambagawa System. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, 14, 252–254.

- Hara, I., Shiota, T., Hide, K., Kanai, K., Goto, M., Seki, S., Kaikiri, K., Takeda, K., Hayasaka, S., Miyamoto, T., Sakurai, Y. and Ohtomo, Y., 1992, Tectonic evolution of the Sambagawa Schists and its implications in convergent margin process. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, 9(3), 495–595.
- Ishida, K., 1999, Radiolarians as tracers for provenance of gravels in Lower Cretaceous molasses (Outer Zone of SW Japan). *Geodiversitas*, 21(4), 637–656.
- Ishida, K., Kozai, T., Park, S.-O. and Mitsugi, T., 2002, Gravel bearing radiolarian as tracers for erosional events: a review of the status of recent research in SW Japan and Korea. *Jour. Asian Earth Sciences. Special Issue*, vol.21, no. 8, pp. 909–920.
- 石田啓祐, 1998, 三名含礫片岩・西祖谷含礫片岩. 四国地方土地質図編纂委員会(編著), 「20万分の1 四国地方土地質図および同解説書」. 建設省四国地方建設局, 699–700および口絵(12).
- 石田啓祐・香西武, 2003, 四国東部秩父累帯の地帯区分と層序. 徳島大学自然科学研究, 16, 11–41.
- 石田啓祐, 2002, 徳島県の地盤(日本の地盤, 連載38). 地質と調査, no. 2002–3, 28–35.
- 石田啓祐, 2018, 新たな国指定天然記念物及び名勝「大歩危小歩危」. 地質学会News, 21, 12–13.
- 岩崎正夫, 1972, 地質概説・三波川帯. 中川衷三ほか(編著): 「徳島県の地質」(15万分の1 徳島県地質図および同説明書), 1–47.
- 磯崎行雄・丸山茂徳・青木一勝・中間隆晃・宮下敦・大藤茂, 2010, 日本列島の地体構造区分再訪—太平洋型(都城型)造山帯構成单元および境界の分類・定義—. 地学雑誌, 119(6), 999–1053.
- 甲藤治郎・平朝彦, 1980, 逆転している大歩危礫質片岩. 地質ニュース, 307, 26–28.
- 小島丈児・光野千春, 1950, 四国吉野川地方の大歩危砂岩片岩層中の碎屑物質について. 地質学雑誌, 56, 361–367.
- 君波和雄・松浦卓史, 1995, 化学組成からみた白亜系四万十累層群砂岩(四国東部)および三波川帯大歩危ユニット砂質片岩との関連. 日本地質学会第102年学術大会, 広島, 88.
- Kojima, J., 1951, Über des “Feld der Metamorphose” der Sanbagawa kristallinen Schiefer - besonders in Bezug auf Bildung des kristallinen Schiefergebietes in Zentral Shikoku. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, 1(1), 1–18.
- Okamoto, K., Maruyama, S. and Isozaki, Y., 2000, Accretionary complex origin of the Sanbagawa, high P/T metamorphic rocks, Central Shikoku, Japan -Layer-parallel shortening structure and greenstone geochemistry-. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 100(1), 70–86.
- 四国地方土地質図編纂委員会(編著), 1998, 20万分の1 四国地方土地質図および同解説書. 建設省四国地方建設局, 859pp.
- 須鎗和巳・桑野幸夫・石田啓祐, 1980, 四国西部三波川帯主部よりの三疊紀コノトントの発見. 地質学雑誌, 86, 827–828.
- Takasu, A. and Dallmeyer, R.D., 1990, ⁴⁰Ar/³⁹Ar mineral age constraints for the tectonothermal evolution of the Sambagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan. *Tectonophysics*, 185, 111–139.

The New National Site of Natural Monument and Scenic Beauty “Oboke -Kobo”

ISHIDA Keisuke

* 1-1, Minamijosanjima-cho, Tokushima 770-8502, JAPAN

Proceedings of Awagakkai, No.62 (2019), pp.153–160.