

# 群馬県下仁田町周辺における「跡倉ナップ」の研究史と論点

Research history and issue of “Atogura Nappe”  
in Shimonita-machi, Gunma Prefecture, central Japan

保 科 裕\*・関東山地研究グループ\*\*  
Hiroshi Hoshina and Kanto Mountains Research Group

キーワード：跡倉ナップ, 跡倉層, 川井山石英閃緑岩, 風口層, ホルンフェルス, 四ッ又山石英閃緑岩, 片麻岩

Key words : Atogura Nappe, Atogura Formation, Kawayama Quartz diorite, Kazaguchi Formation, hornfels, Yotsumatayama Quartz diorite, gneiss

## はじめに

下仁田町は、古くから地質の研究がなされた地域の一つである。それは、下仁田町周辺の山々が、急斜面を持つこんもりした岩山の風景をつくる“クリッペ”だからである(第1図)。この地形や地質の不思議さや面白さと歴史・産業・文化のかかわりを含めて、下仁田ジオパークとして日本ジオパークに認定されている。

下仁田町のクリッペは、山体が約1億年前の跡倉層の砂岩、泥岩、礫岩、同じく約1億年前の四ッ又山石英閃緑岩と変成岩、および2億5千万～2億8千万年前の川井山石英閃緑岩とホルンフェルスからなるのに対して、その土台は低角度の断層境に三波川帯の御荷鉾緑色岩類からできている。御荷鉾緑色岩は、約1億5千万年前の海底火山の溶岩や火山砕屑岩が数千万年前の三波川変成作用で緑色の変成岩になった岩石で、青岩公園の岩場をつくっている。クリッペが“根なし山”と呼ばれる所以は、このようにクリッペの山体とその土台の大地がまったく違った地層や岩石でできているからである。



第1図 下仁田町の山々 左から大崩山、四ッ又山、手前が川井山、中間がシレイタ山、奥の双耳峰が鹿岳、そして最右の落沢岳。

移動する地層や岩石の巨大な塊をナップと呼び、ナップの地層や岩石が地下深くで褶曲しながら、低角断層に沿って押し被さるようになり前進している。下仁田町のナップは「跡倉ナップ」と呼ばれている。クリッペの山容は、風雨、川の浸食やがけ崩れなどによって、隆起したこのナップが削られて、凸凹の多い地形が出来上がった結果である。

2017年2月3日受付。2017年2月13日受理。

\* (執筆者) 下仁田自然学校。群馬県甘楽郡下仁田町青倉158-1, Shimonita Natural School, Aokura 158-1, Shimonita-machi, Kanra-gun, Gunma Prefecture, 370-2611, Japan.

\*\* 市川 孝 (埼玉県立新座高校), 小松 恵 (さいたま市在住), 鈴木禎一 (埼玉県立飯能高校), 保科 裕 (下仁田自然学校), 松井正和 (埼玉県立上尾南高校), 松岡喜久次 (埼玉県立川越女子高校), 力田正一 (下仁田自然学校)。代表: 保科 裕。

おおくいやま

大崩山はクリッペのひとつで、押し被さるときの低角断層は青倉のジオサイト“すべり面”で観察することができる。

さて、「跡倉ナツプ」のつくる山々には、多くの謎が秘められていて、多くの研究者が研究し、今も調査が進められている。本報告では、関東山地研究グループの成果も含めて、「跡倉ナツプ」を構成する地層や岩石について、それぞれの研究史とその論点を述べる。

研究史と論点を述べる前に、下仁田町の大地がどのような地層や岩石できているかを説明する(第2図)。下仁田町の市街地には、東西に横切る大北野-岩山線と呼ばれる断層帯がある。この断層帯は日本列島を縦断する中央構造線にあたり、川井のジオサイト“川井の断層”で観察することができる。これより北側のアジア大陸側を内帯、南側の太平洋側を外帯という。下仁田町周辺の内帯には、美濃・丹波・足尾帯の南蛇井層、領家帯の平滑花崗岩、千平花崗閃緑岩、馬山花崗斑岩のほか、骨立山凝灰岩、神農原礫岩が分布する。外帯には、三波川帯の

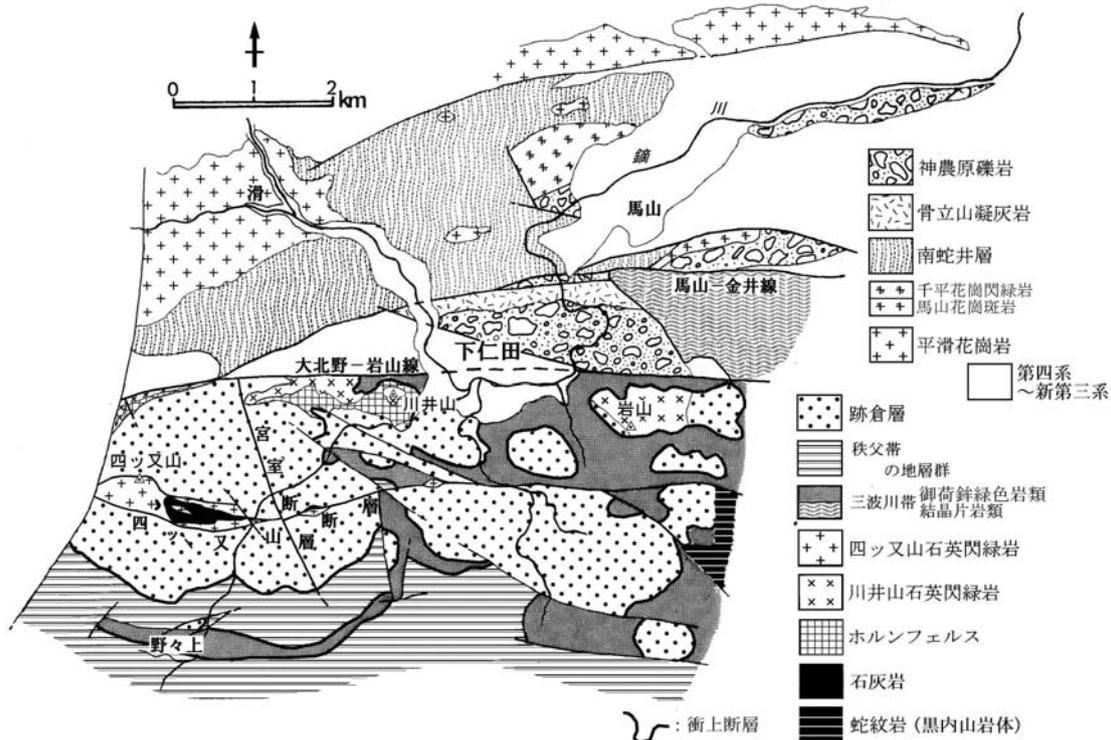
御荷鉢緑色岩類、秩父帯のチャート、粘板岩、砂岩、石灰岩などの地層群が分布し、三波川帯と秩父帯の上に重なって「跡倉ナツプ」が分布する。

なお、“跡倉”は地質分野では“あとくら”とされていたが、地元では“あとぐら”と発音するため、本報告は読み方を“あとぐら”とする(例えば佐藤ほか 2015; 中畑ほか 2015)。

## 下仁田町の「跡倉ナツプ」

### 研究史

下仁田町周辺の調査の歴史は、1879年(明治12年)東京大学地質学科の第1期生小藤文次郎が卒業研究で、群馬県甘楽郡下仁田町から埼玉県秩父郡長瀬町にかけての地質調査をおこなったことから始まる。のちに小藤は、秩父地方を中心に研究を進めた。Fujimoto (1937) は、ヨーロッパで考えられた押し被せ構造をもとに、外秩父山地に「大霧山ナツプ」とその上にかさなる「堂平ナツプ」を提唱した。下仁田の地質について、1940年代に東京文



第2図 下仁田町周辺の地質図 新井ほか(1963), 新井ほか(1966), 高木ほか(1989), 鍋川団体研究グループ(2016)を編集し、関東山地研究グループの未公表資料により加筆、修正を加えた。

理科大学の修士論文として沢 秀生が調査をおこなった。この成果は、日本地方地質誌関東地方（藤本 1951）の“跡倉クリッペ群”として載せられている。また、杉山（1943, 1944）は跡倉礫岩の調査をおこない、火成岩併入岩とした。

「押し被せ構造」の考え方をもとに下仁田地域の先駆的な調査をまとめて、藤本ほか（1953）は下仁田地域で「跡倉押し被せ（跡倉ナップ）」の存在を報告した。「跡倉押し被せ」の構成は、跡倉層、跡倉層に貫入する石英閃緑岩、圧碎接触変質岩からなるとした。以来、関東山地北縁部に分布する広義の「跡倉ナップ」について、多くの研究がなされた。下仁田地域において、内田（1961）は四ツ又山地地域の砂泥互層のグレーディングから逆転層を見だし、北西側からの四ツ又山押し被せ構造を報告した。新井ほか（1963）は跡倉層がホルンフェルスと不整合（跡倉不整合と呼ぶ）に覆うことを見だし、跡倉層、石英閃緑岩、ホルンフェルスから構成される「跡倉ナップ」を確認した。新井ほか（1966）は、大北野-岩山線の北側の下仁田構造帯に、「跡倉ナップ」を構成する地層や岩石が存在したと考えた。内田（1978）は押し被せ構造を認めているが、跡倉不整合を「……肯定しがたい。」として跡倉層は現地性堆積物と考えた。高木ほか（1989）は関東山地北縁の石英閃緑岩類の K-Ar 年代を報告し、跡倉層や御荷鉾緑色岩類の上にペルム紀石英閃緑岩（川井山石英閃緑岩）と前期白亜紀石英閃緑岩（四ツ又山石英閃緑岩）がクリッペをつくるとした。

竹内・牧本（1991）は跡倉ナップ下底の跡倉衝上断層を古第三紀に活動した中央構造線として、「跡倉ナップ」の地層や岩石は内帯南縁部からの由来であるとした。小林・高木（1991）は関東山地北縁部の「跡倉ナップ」の研究から、跡倉層からなる狭義の『跡倉ナップ』と金勝山石英閃緑岩（下仁田では川井山石英閃緑岩に対比される）とホルンフェルスからなる『金勝山ナップ』の2つのナップの存在を示した（以下、2つのナップとする場合には、それぞれのナップに便宜的に『』をつける）。埼玉総会中・古生界シンポジウム世話人会（1995）は「跡倉

ナップ」の構成要素を下仁田構造帯まで拡大し、ペルム紀石英閃緑岩とホルンフェルス・前期白亜紀トータル岩類と角閃岩類および時代未詳付加体、後期白亜紀跡倉層、緑色岩メランジュ、南蛇井層、領家花崗岩類、古第三紀溶結凝灰岩および花崗斑岩、古第三紀礫岩とした。青木ほか（1998）は「跡倉ナップ」がつくる岩山クリッペにおいて、川井山石英閃緑岩に高角度の不整合面をもって跡倉礫岩が重なることを報告した。小野（2000）は、「跡倉ナップ」をテクトニックブロックからなる単一のナップとした。新井ほか（2000a）は、『跡倉ナップ』の上にかさなる『金勝山ナップ』の運動像を明らかにした。小林・新井（2002）は、『跡倉ナップ』が白亜紀前期変成-火成複合岩体（寄居複合岩体：高木ほか 1995）と跡倉層から構成され、『金勝山ナップ』がペルム紀金勝山石英閃緑岩と風口層のホルンフェルスからなるとした。青木ほか（2003）は、跡倉および岩山地域の跡倉不整合を再度確認し、ナップは「跡倉ナップ」の一つだけとした。Arai et al (2008) は『金勝山-跡倉ナップ』が三波川変成作用と上昇運動によって秩父帯の地層群の上にナップとして重なり、この運動には中央構造線の活動が関連することを述べた。佐藤ほか（2015）は、関東山地北縁部に分布する火成岩および礫岩の火成岩礫の年代をまとめ、「跡倉ナップ」の実態を考察した。

## 論 点

「跡倉ナップ」「跡倉ナップ」に関して意見が分かれるのは、単一のナップか、二重ナップかである。小林・高木（1991）は、主に跡倉層からなる『跡倉ナップ』と主にペルム紀石英閃緑岩とホルンフェルスからなる『金勝山ナップ』があり、前者に後者が重なるとした。一方、小野（2000）はテクトニックブロックからなる単一の「跡倉ナップ」と考えた。また、青木ほか（2003）は、跡倉層がペルム紀石英閃緑岩およびホルンフェルスに不整合で重なることから、単一の「跡倉ナップ」としている。この討論で鍵となるのが、新井ほか（1963）の跡倉不整合である（跡倉不整合については、跡倉層の項で詳しく解説する）。高木・藤森（1989）は、「ホルンフェルスと跡倉層が接する場所があり、新井ほか（1963）

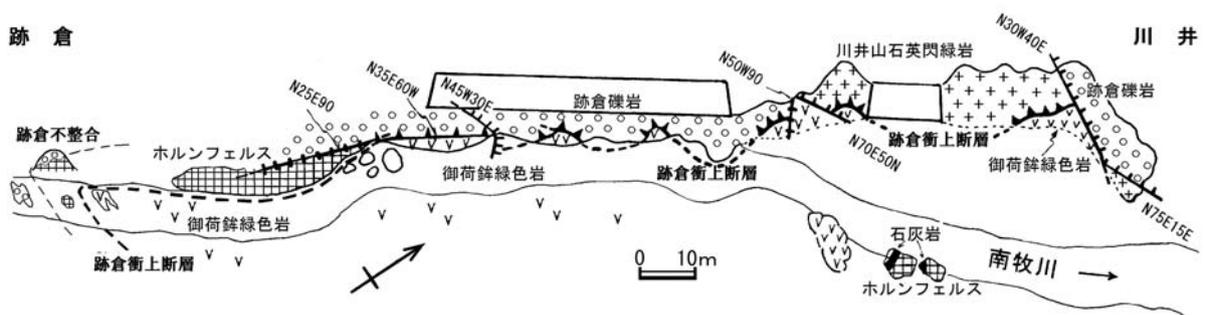
は不整合としているが、両者の関係は明確でない」として、跡倉不整合を認めていない。この論文の中では、金沢地域の男岳山頂近くの露頭において、跡倉層の上に低角断層を境に金沢石英閃緑岩（金勝山石英閃緑岩）とホルンフェルスが重なっていることを報告した。また、新井・高木（1998）は下仁田町の大北野川において、跡倉層の上に低角断層を境にホルンフェルスが重なる露頭を示した。これらの露頭での事実が、二重ナップの根拠になっている。大北野川の露頭に関して、青木ほか（2003）は周辺の地質調査をふまえ、「この低角度断層の下盤は跡倉層の砂岩泥岩互層で、上盤はホルンフェルスと跡倉礫岩である。したがって、……ホルンフェルスとそれを不整合に覆う跡倉礫岩が衝上しているのであって、跡倉ナップと金勝山ナップとをまったく別のナップとして区別する根拠にはなり得ない」としている。

不整合が存在するならば、明らかに「跡倉ナップ」の中に川井山石英閃緑岩（金勝山石英閃緑岩）と跡倉層が含まれることになり、『跡倉ナップ』と『金勝山ナップ』に分けることは本質的でない。関東山地研究グループの調査で、長源寺橋上流の跡倉不整合（新井ほか 1963）と岩山の跡倉不整合（青木ほか 1998）の確認をし、長源寺橋から約50m下流左岸において跡倉不整合新露頭が見いだされたことも含め、我々は単一の「跡倉ナップ」と考える。**跡倉衝上断層** 「跡倉ナップ」下底の衝上断層でよく知られている露頭は、下仁田町青倉にある下仁田町自然史館近くのジオサイト「すべり面」である。そのほか、例えば下仁田町馬山の西沢や白石沢には、岩山クリッペ下底の衝上断層の露頭が3か所あ

り（青木ほか 1998）、各所で観察することができる。

跡倉衝上断層の断層解析によって、「跡倉ナップ」がどの方向に移動したかの研究がなされている。ウォーリスほか（1990）は、「跡倉ナップ」を南から北への移動とした。Kobayashi（1996）は3つのステージを識別して、『跡倉-金勝山ナップ』が、はじめに西～西北西へ、次に北西～北へ、そして北～北北東へ移動したとした。これらの解析から、「跡倉ナップ」の動きの方向はおおよそ南ないし南東から、北ないし北西への移動であることが示された。「跡倉ナップ」の由来を南側にもとめると、黒瀬川帯の地層や岩石があげられる（例えばウォーリスほか 1990、新井ほか 2000b）。また、新井・高木（1998）は、跡倉層の地質構造解析から南への押し被せ褶曲を明らかにしたが、衝上断層解析による北への移動と矛盾せず、北への移動前の押し被せ褶曲とした。本来、押し被せ褶曲にともなって衝上断層が形成され、ナップが移動するのではないのだろうか。また、断層解析による北方への移動については、新生代第四紀以降の山地形成の隆起運動による重力滑動など、ほかの要因を含めて吟味する必要があると考える。

なお、「跡倉ナップ」下底の衝上断層の名称については、藤本ほか（1953）は跡倉推し被せの衝上断層として記載しているが、名称を与えていない。それ以降の研究者で名称を使っているのは、鍋川団体研究グループ（1985、1990）および竹内・牧本（1991）は、跡倉衝上断層という名称を使っている。小林・新井（2002）では、『跡倉ナップ』下底の衝上断層を跡倉ナップ基底断層、『金勝山ナップ』



第3図 長源寺橋下流南牧川左岸の跡倉衝上断層（関東山地団体研究グループ（2009）に加筆・修正）

下底の衝上断層を金勝山ナップ基底断層と呼んだ。また、高木ほか(2016)では、跡倉押し被せ断層という名称を使っている。この衝上断層は「跡倉ナップ」を研究する上で重要な断層なので、名称を跡倉衝上断層と統一するのが妥当と考える。

下仁田町跡倉から川井にかけての南牧川左岸に、跡倉衝上断層が約200mにわたって観察できる露頭(青木ほか 2003: 図3の⑩~⑫地点付近)があり、そのルートマップを第3図に示す。ここでは、跡倉礫岩が風口層ホルンフェルス<sup>ホルンフェルス</sup>を覆う跡倉不整合、御荷鉢緑色岩と跡倉礫岩および優白質の川井山石英閃緑岩を境する跡倉衝上断層を観察することができる。

### 「跡倉ナップ」を構成する地層や岩石

下仁田地域の「跡倉ナップ」は、跡倉層、川井山石英閃緑岩(古生代ペルム紀)、風口層ホルンフェルス(源岩は先ペルム紀)、四ツ又山石英閃緑岩(中生代前期白亜紀)、片麻岩や角閃岩および結晶質石灰岩の変成岩類で構成される。

## 跡 倉 層

### 研究史

藤本(1935a, 1935b)は関東山地北部の各地に分布する礫岩を同層準の第三紀層として、金澤礫岩

層と命名したが、下仁田町跡倉の礫岩は跡倉礫岩層と呼んだ。また、佐渡(1938)は、跡倉礫岩についての記載をおこなった。小林(1943)は、花崗質岩を多量に含む跡倉礫岩が西方には普通の礫岩に移化し、北東方には火成起源圧砕岩に移化するとした。杉山(1943, 1944)は跡倉礫岩を、火成岩起源で併入火成岩とした。

藤本ほか(1953)は下仁田周辺の跡倉クリッペ群を報告し、構成する跡倉層の層序を下位から、中ノ萱礫岩層、花崗質砂岩、跡倉型の礫岩層、砂岩と粘板岩または砂岩と頁岩の互層とした。また、跡倉層の年代について、手取層や薄衣礫岩に似るが明らかでないとした。内田(1962)は、杉山(1943)の火成岩起源の考えに対して、礫岩は砂泥互層に移化することから堆積岩であるとした。新井ほか(1963)は跡倉層を跡倉礫岩、下部層、上部層に区分し、下位のホルンフェルスとは不整合関係にあるとして「跡倉不整合」と呼んだ。また、跡倉層より下位に設定された中ノ萱層からイノセラムス化石とトリゴニア化石を発見し、その年代を後期白亜紀のギリヤーク世(セノマニアン~チューロニアン)とした。中ノ萱層より上位の跡倉層を後期白亜紀、中ノ萱層の下位の<sup>かのや</sup>叶屋層を前期白亜紀とした。

高木ほか(1989)は跡倉層を、下位から中ノ萱礫岩、跡倉礫岩、砂岩と砂岩泥岩互層の跡倉層とし

地質年代	新井ほか(1963)	高木ほか(1989)	青木ほか(1998)	新井・高木(1998)	小林・新井(2002)	Matsukawa and Obata(2012)	生野ほか(2016)	
後期白亜紀	カンパニアン	南西部	北東部					
	サントニアン	跡倉層	上部層	跡倉層	跡倉砂岩泥岩互層	跡倉層	上部泥岩部層	
			下部層	跡倉砂岩層	中ノ萱礫岩部層		中部砂岩泥岩互層	
	コニアシアン	跡倉礫岩層	跡倉層	跡倉礫岩層	上部泥岩層	下叶屋泥岩部層	*地層区分は 新井・高木(1998)	*地層区分は 小林・新井(2002)
	チューロニアン	中ノ萱層	中ノ萱礫岩	中部砂岩泥岩互層	中ノ萱礫岩部層	宮室砂岩泥岩部層		
セノマニアン			下部砂岩層	大桑原砂岩部層	跡倉礫岩部層			
前期白亜紀	アルビアン			跡倉層				
	アプティアン	叶屋層						
バレミアン							宮室砂岩泥岩部層	
※ ----- 不整合								

第1表 跡倉層の層序比較表

た。また、内田 (1961) の逆転層分布地域を境する断層を宮室断層と命名した。武井 (1992) は跡倉層の砂岩組成から、跡倉層がおもにクリッペをなす花崗岩や花崗岩地帯から供給された堆積物であるとした。高木ほか (1992) は、跡倉層中の花崗岩礫の K-Ar 年代値を  $248 \pm 12 \sim 276 \pm 9$  Ma (角閃石) および  $175 \pm 13 \sim 232 \pm 8$  Ma (角閃石) と報告した。青木ほか (1998) は、新井ほか (1963) の跡倉層各部層の呼び名を、それぞれ跡倉礫岩、跡倉砂岩層、跡倉砂岩泥岩互層と呼んだ。また岩山クリッペにおいて、川井山石英閃緑岩を跡倉礫岩が不整合に覆う露頭を見いだした。新井・高木 (1998) は、跡倉層を下位より、跡倉礫岩、下部砂岩層、中部砂岩泥岩互層、中ノ萱礫岩、上部泥岩層に区分し、その地質構造を南フェルゲンツの押し被せ褶曲とこれらを曲げる東西方向に軸を持つ開いた正立褶曲の重複褶曲構造であるとした。新井ほか (2000b) は、跡倉層砂岩の砂粒分析により後背地を推論した。新井 (2002) は、跡倉層中の雁行脈による古応力場解析をおこなった。この共役雁行脈は跡倉層の重複褶曲構造のうち正立褶曲形成時の後期に形成されたとした。小林・新井 (2002) は、新井・高木 (1998) の地層名を改変して、下位より跡倉礫岩部層、大桑原砂岩部層、宮室砂岩泥岩部層、中ノ萱礫岩部層、下叶屋泥岩部層とした。

Matsukawa and Obata (2012) は、中ノ萱のイノセラムス化石と金沢のアンモナイト化石を後期白亜紀サントニアンと同定し、跡倉層が後期白亜紀であるとした。しかし、生野ほか (2016) は金沢のアンモナイト化石を前期白亜紀バレミアンとして、跡倉層が前期白亜紀～後期白亜紀におよぶとした。

中畑ほか (2015) は跡倉層砂岩において、碎屑性ジルコンの U-Pb 年代を測定して  $119$  Ma ~  $2643$  Ma におよぶことを報告した。これらを領家帯の火成活動由来の  $120 \sim 135$  Ma (前期白亜紀)、飛騨帯の花崗岩由来の  $170 \sim 200$  Ma (ジュラ紀) と  $250 \sim 300$  Ma (ペルム紀)、原生代の大陸地殻から由来した  $1600 \sim 2200$  Ma (原生代前期～太古代最末期) の 4 グループに分けた。

## 論 点

**層序・構造** 跡倉層は地質構造が複雑で鍵層や化石に乏しいため、層序については各研究者で異なっている (第 1 表)。

新井ほか (1963) や新井・高木 (1998) の詳細な調査により、層序が組み立てられてきた。しかし、四ツ又山の南の地域に分布する叶屋層および中ノ萱層 (新井ほか 1963) については、その層準がはっきりしていない。中ノ萱層は、新井ほか (1963) によって北東部の跡倉層の下位層準に位置づけられた。その基底は中ノ萱礫岩 (藤本ほか 1953) で基底礫岩として叶屋層を不整合に覆うとした。しかし、新井・高木 (1998) は、地質調査によって中ノ萱層を跡倉層の上部の層準とした。

関東山地研究グループの調査では、中ノ萱礫岩は側方に連続せずに砂岩層に移化することや、花崗岩質岩礫の多い跡倉礫岩と異なり、秩父帯のチャート、砂岩、粘板岩、石灰岩などの礫が大半をしめることなどから層間礫岩と考えている。また、宮室断層 (新井・高木 1998) の西側地域では、四ツ又山石英閃緑岩南縁を境する東西系の四ツ又山断層 (藤本ほか 1953) によって跡倉層は南北に二分されることが明らかになった。四ツ又山断層から北側の跡倉層は跡倉不整合を含む下位層準が分布し、南側は上位層準が分布する。アンモナイト化石は北側に分布する下位層準からの産出となり、中ノ萱層から産出したイノセラムス化石やトリゴニア化石は南側の上位層準にあたることになる。

跡倉層からの化石の産出は少ないが、地質年代を確定するためには重要である。今までに、新井ほか (1963) はイノセラムス化石とトリゴニア化石から中ノ萱層を後期白亜紀ギリヤーク世 (セノマニアン～チューロニアン)、Matsukawa and Obata (2012) はイノセラムス化石から中ノ萱層相当層 (新井ほか 1963) を後期白亜紀サントニアン、およびアンモナイト化石から中部砂岩泥岩互層 (新井・高木 1998) を後期白亜紀サントニアンとした。しかし、生野ほか (2016) は Matsukawa & Obata (2012) と同じ層準の宮室砂岩泥岩部層 (小林・新井 2002) からのアンモナイト化石を前期白亜紀バレミアンとし

て報告した。アンモナイト化石の同定については今後の研究の進展を待ちたい。アンモナイト化石が前期白亜紀とすると、跡倉層の堆積時間は少なくともバレミアン（125.0～129.4Ma）からサントニアン（83.6～86.3Ma）で、約5千万年間におよぶことになり堆積間隙や不整合の存在を検討する必要がある。

中畑ほか（2015）により測定された跡倉層砂岩の碎屑性ジルコンのU-Pb年代が示す4グループについては、跡倉層の後背地がどこなのか、「跡倉ナツプ」の由来を考えるうえで重要なデータである。

**跡倉不整合** 新井ほか（1963）は、下仁田町跡倉の長源寺橋の上流約200mの左岸よりの河床露岩に、跡倉礫岩がホルンフェルスをも不整合に覆う露頭を発見した。この不整合を跡倉不整合と命名したが、ホルンフェルスと跡倉礫岩の判定が難しいため“溶結不整合”と呼んだ。この不整合に対して高木ほか（1989）は、「……、両者の関係は明確でない。」としている。高木ほか（1992）は跡倉層中の花崗岩礫のK-Ar年代を測定し、248～276Ma（角閃石）のペルム紀の礫を報告し、後背地にはペルム紀花崗岩類がひろく分布していたと推定している。青木ほか（1998）は下仁田町岩山の岩山山頂稜線南側の崖において、跡倉礫岩が急傾斜の不整合面で川井山石英閃緑岩を覆う露頭を発見した。小林・新井（2002）はこれらの跡倉不整合について、「……調査の結果、本来は不整合関係にあったであろうが、現在で

は断層関係にあるものと考えられる。」とした。また、高木ほか（2016）は「跡倉層は……金勝山石英閃緑岩およびホルンフェルスの岩体を覆っていた可能性がある。……不整合（溶結不整合）は……『跡倉ナツプ』と『金勝山ナツプ』の境界断層が、高角度断層によって切断された面をみているもの……」とした。（斜体文字は著者の加筆）

関東山地研究グループの調査により、新井ほか（1963）の長源寺橋上流の跡倉不整合（溶結不整合）、および青木ほか（1998）の岩山の跡倉不整合（はりつき不整合：第4-1図、第4-2図）を不整合と確認した。また、下仁田町跡倉の長源寺橋から約50m下流の南牧川左岸で、新たな跡倉不整合の露頭を見いだした（第5図）。

なお、新井ほか（1963）は、野々上に中ノ萱層が古生層をも不整合に覆う露頭があることを報告した。この露頭は杉山（1944）が跡倉礫岩の併入露頭として、「……、所謂跡倉礫岩は著しく擾乱された黒色砂岩に移化し、……」と記載されている。関東山地研究グループの調査では、跡倉層の礫岩と秩父帯の黒色シルト岩が固結した低角断層で接すると判断した（第6-1図、第6-2図）。

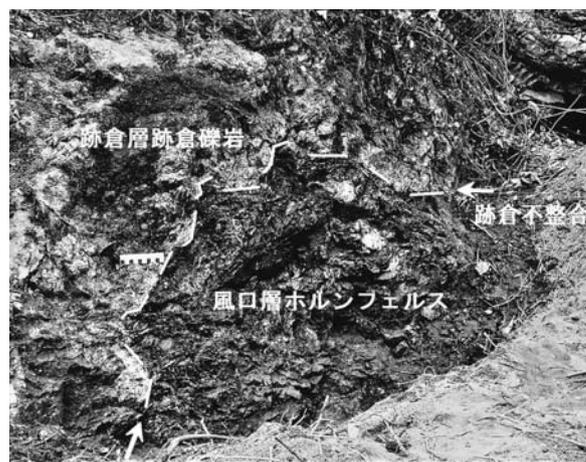
**四ツ又山石英閃緑岩の貫入と跡倉層の堆積年代** 竹内・牧本（2003）は、K-Ar年代が $112 \pm 3$ Maの石英閃緑岩（四ツ又山石英閃緑岩に対比）が跡倉層に貫入していることを報告した。貫入層準は、跡倉層



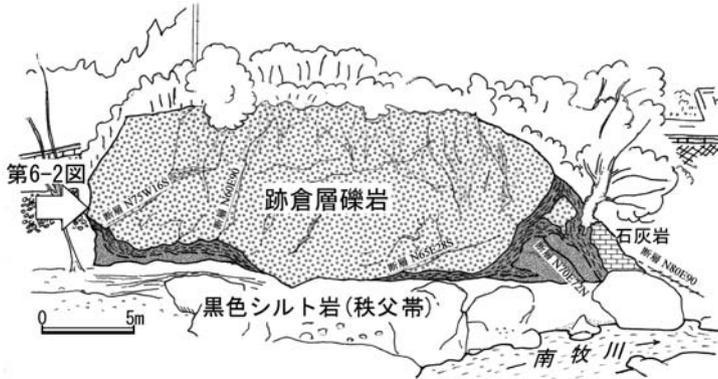
第4-1図 岩山の跡倉不整合  
“はりつき不整合”



第4-2図 岩山の跡倉  
不整合のスケッチ



第5図 長源寺橋下流の跡倉不整合の新露頭



第6-1図 野々上の露頭のスケッチ  
(関東山地団体研究グループ(2009)に加筆・修正)  
跡倉層礫岩と秩父帯の黒色シルト岩が低角断層で接する。



第6-2図 低角断層の拡大写真

最下部の跡倉礫岩のやや上位の跡倉層下部(大桑原砂岩部層に対比)としている。このことは、跡倉層下部が1億1千2百万年より前に堆積したことになる。跡倉層下部から産出したアンモナイト化石について、Matsukawa and Obata (2012) は後期白亜紀(サントニアン $83.6 \pm 0.2 \sim 86.3 \pm 0.5$ Ma)とし、生野ほか(2016)は前期白亜紀(バレミアン $125.0 \sim 129.4$ Ma)とした。112Maの石英閃緑岩の貫入を考慮すると、跡倉層下部の堆積年代は前期白亜紀バレミアンと考えられる。

また、跡倉層上部の堆積年代は、新井ほか(1963)はイノセラムス化石とトリゴニア化石から後期白亜紀ギリヤーク世(セノマニアン~チューロニアン)、Matsukawa and Obata (2012)はイノセラムス化石から後期白亜紀サントニアンとした。このことから、跡倉層上部は四ッ又山石英閃緑岩貫入後の堆積となる。産出化石から見積もられる跡倉層の約5千万年という堆積時間を考えると、四ッ又山石英閃緑岩貫入前後に陸化して不整合が形成された可能性がある。

## 石英閃緑岩と変成岩類

### 研究史

藤本ほか(1953)は、下仁田町周辺の石英閃緑岩をすべて同一岩体として一括していた。新井ほか(1963)は、下仁田地域の「跡倉ナツ」を構成する石英閃緑岩をすべて川井山石英閃緑岩と命名し

た。しかし、藤森・高木(1987)は下仁田地域の石英閃緑岩を岩相や鉱物組成の違いから、川井山石英閃緑岩、四又山花崗閃緑岩および千平トータル岩と命名して区分した。その後、端山ほか(1987)は下仁田町の川井山石英閃緑岩のK-Ar年代が $290 \pm 10$ Ma(角閃石)であることを報告した。高木ほか(1989)は石英閃緑岩のK-Ar年代を測定し、川井山石英閃緑岩が $250 \pm 7 \sim 277 \pm 8$ Ma(角閃石)、四又山石英閃緑岩が $105 \pm 6$ Ma(角閃石)となり、両者の年代が異なることを明らかにした。なお、四又山花崗閃緑岩は四又山石英閃緑岩と改名された。その後、小林・新井(2002)は、四又山石英閃緑岩を山名の漢字表記にならって四ッ又山石英閃緑岩とした。

### 論 点

ペルム紀の川井山石英閃緑岩はホルンフェルスをとめない、前期白亜紀の石英閃緑岩は変成岩類ともなっている。

**川井山石英閃緑岩とホルンフェルス** 川井山石英閃緑岩は、角閃石の目立つペルム紀石英閃緑岩であるが、変形をうけておりマイロナイト化の著しいところがある。川井山石英閃緑岩にともなわれるホルンフェルスは川井山石英閃緑岩による接触変成岩で、風口層(竹内 2000)と命名された。

藤本ほか(1953)は、石英閃緑岩が跡倉層と圧碎接触変質岩に貫入しているとした。下仁田町の岩山において、青木ほか(2003)は、川井山石英閃緑岩が跡倉層跡倉礫岩に不整合で覆われることを報告し

た。川井山石英閃緑岩に対比される埼玉県小川町の金勝山石英閃緑岩では、Ogasawara et al (2016) が U-Pb 年代として  $281.5 \pm 1.8$  Ma (ジルコン) を報告した。

日本列島においてペルム紀の K-Ar 年代の花崗岩類は少なく、氷上花崗岩 (272~332Ma 角閃石：柴田・内海 1975) や薄衣礫岩中の花崗岩 (237~271Ma 角閃石：柴田 1973) に対比される。高木ほか (1997) の白杵川石英閃緑岩 (252~272Ma 角閃石) は、川井山石英閃緑岩と類似した K-Ar 年代である。やや新しい K-Ar 年代であるが柴田ほか (1993) が報告した戸台構造帯の兵越花崗閃緑岩 (204~244Ma 白雲母, 175Ma 角閃石) がある。川井山石英閃緑岩の所属は、「跡倉ナツプ」の由来を探るうえでたいへん重要である。

川井山石英閃緑岩にともなうホルンフェルスは、杉山 (1943) が緻密岩、藤本ほか (1953) は石英閃緑岩が貫入した圧砕接触変質岩として報告した。新井ほか (1963) は黒雲母、ザクロ石、一部に角閃石が生じているホルンフェルスであることから、石英閃緑岩貫入による接触変成岩であることを明らかにした。高木・藤森 (1989) は、この貫入関係を下仁田町の大北野川で確認している。竹内・牧本 (1991) は下仁田町大北野に分布するホルンフェルスの K-Ar 年代を  $93.8 \pm 4.7$  Ma (全岩) としたが、埼玉総会中・古生界シンポジウム世話人会 (1995) はその年代を変質による若返りとした。この間、高木ほか (1992) は埼玉県秩父市皆野町金沢に分布する「跡倉ナツプ」のホルンフェルスの K-Ar 年代を  $220 \pm 8$  Ma (黒雲母) と報告し、川井山石英閃緑岩に対比されるペルム紀金沢石英閃緑岩の貫入による接触変成岩であることを確認した。竹内 (2000) はホルンフェルスを風口層と呼んで岩石学的な検討をおこない、その源岩を石英長石質の砂岩泥岩互層とした。

ホルンフェルスの源岩である砂岩泥岩互層には、石灰岩の薄層や珪質泥岩が挟まれている。これらの堆積年代など、風口層の詳細は明らかになっていない。**四ッ又山石英閃緑岩と変成岩類** 前期白亜紀の四ッ又山石英閃緑岩はおもに角閃石をもつ石英閃緑岩であるが、トータル岩や一部に黒雲母を含む花崗閃緑

岩～花崗岩が観察される。また、岩体全体に変形作用を受けており、強くマイロナイト化しているところがある。

四ッ又山石英閃緑岩と跡倉層との関係について、藤本ほか (1953) は、四ッ又山において石英閃緑岩および圧砕石英閃緑岩類が跡倉層に貫入するとした。新井ほか (1963) および高木ほか (1989) は四ッ又山石英閃緑岩を、跡倉層と石灰岩の上に低角断層で重なる単独のナツプとした。竹内・牧本 (1993) および埼玉総会中・古生界シンポジウム世話人会 (1995) は、四ッ又山石英閃緑岩が跡倉層と高角断層で境され、石灰岩に貫入しているとした。新井・高木 (1998) の地質図では、周囲の跡倉層と高角断層で接している。四ッ又山石英閃緑岩が貫入した跡倉層 (竹内・牧本 2003) は、「跡倉ナツプ」として移動したと考えられるが、四ッ又山付近では四ッ又山石英閃緑岩は跡倉層に高角断層ではさまれている。

関東山地北縁部に点在する「跡倉ナツプ」を構成する前期白亜紀石英閃緑岩には、変成岩類が密接にともなっている。変成岩類はおもに、片麻岩、角閃岩および結晶質石灰岩である。高木 (1991) はこれらの変成岩類を寄居変成岩と命名した。高木ほか (1995) は、前期白亜紀異地性花崗岩と寄居変成岩の組合せを異地性花崗岩-変成岩複合岩体 (寄居変成岩) と呼んだ。

下仁田町の四ッ又山において、藤本ほか (1953) が「……山腹の転石を観察すると、角閃片岩や花崗片麻岩も見いだせる。」と初めて変成岩類を記載した。高木ほか (1989) は、四ッ又山山頂南西の尾根筋にある Basic rock とした角閃岩の K-Ar 年代を  $110 \pm 5$  Ma (角閃石) と報告した。また、高木・藤森 (1989) は、この角閃岩体南縁に泥質片麻岩 (ザクロ石黒雲母片麻岩) を見いだしたが、四ッ又山石英閃緑岩との直接の関係は不明としている。鐮川団研グループ (1990) は、野上川地域において片麻岩や角閃岩を報告し、分布する片麻状石英閃緑岩との関係については「……ゼノリスと考えられるが、露出が悪く直接の関係はみえない。」とした。高木 (1991) は、このザクロ石片麻岩を野上川岩体と呼んだ。小野 (2000) は、「新井・高木 (1998) や内

田 (1962) の地質図から判断すると、四ッ又山の白亜紀後期の花崗岩体とは周囲の跡倉層の構造を切って分布している。」とした。関東山地研究グループの調査において、数ヶ所の露頭で片麻岩や角閃岩を見いだした。この変成岩については現在論文を執筆中で、公表予定である。

結晶質石灰岩は、四ッ又山石英閃緑岩にともなう岩体の東側にひろく分布する。竹内・牧本 (1993) は、この石灰岩に貫入する四ッ又山石英閃緑岩を見いだした。関東山地研究グループの調査において、四ッ又山石英閃緑岩中の数ヶ所の石灰岩露頭でスカルンを発見した。これにより四ッ又山石英閃緑岩が石灰岩に貫入することが明らかとなった。片麻岩や角閃岩など、前期白亜紀変成岩類と前期白亜紀石英閃緑岩 (四ッ又山石英閃緑岩) の確かな産状や関連性を明らかにするとともに、「跡倉ナップ」における異地性花崗岩-変成岩複合岩体の地質学的位置づけを追求する必要がある。

### 「跡倉ナップ」の帰属

#### 研究史

新井ほか (1966) は、中央構造線に相当するとした大北野-岩山線の北側の下仁田構造帯を「跡倉ナップ」のハイマートと考えた。内田 (1978) は押し被せ構造を認めているが、跡倉層を現地性の堆積物とした。小野 (1985) は、寄居町山形の角閃石片岩と石英-長石質変成岩類 (角閃岩相の変成岩類) の K-Ar 年代 ( $105 \pm 5$ Ma) やザクロ石の組成から、金勝山帯が阿武隈帯に属するとした。高木ほか (1989) は、四ッ又山石英閃緑岩 ( $113.8 \sim 116.5$ Ma) や寄居町山形の片麻状石英閃緑岩 ( $105 \pm 5$ Ma : 小野 1985) の年代値や Sr 同位体初生値から阿武隈帯に、ともなわれる片麻岩などの変成岩は竹貫変成帯に対比されるとした。また、川井山石英閃緑岩 ( $245 \sim 282$ Ma) などペルム紀花崗岩は、氷上花崗岩 (K-Ar 年代  $272 \sim 332$ Ma, Rb-Sr 年代  $351$ Ma : 柴田・内海 1975) や薄衣礫岩中の花崗岩 ( $237 \sim 271$ Ma : 柴田 1973) に対比されるとした。柴田・高木 (1989) は、ペルム紀石英閃緑岩の帰属につい

て、南部北上帯や黒瀬川帯に分布する礫岩の花崗岩質岩との類似性を述べた。薄衣礫岩や黒瀬川帯の岩石と跡倉礫岩との関連については、小林 (1943) が指摘している。小野 (1990) は、小川町中高谷のザクロ石角閃岩 ( $113 \pm 6.0$ Ma) のザクロ石組成などから、変成岩類は阿武隈帯に帰属するとした。端山ほか (1990) は、川井山石英閃緑岩 ( $275 \pm 12$ Ma : 3つの平均)、金勝山のペグマタイト ( $252 \pm 8$ Ma) および寄居町牟礼のザクロ石片麻岩は市川 (1970) が指摘した古領家帯の岩石とした。高木・柴田 (1996) はペルム紀花崗岩類を南部北上帯に、前期白亜紀寄居複合岩体を阿武隈帯に対比し、これらが“失われていない”古領家帯であるとした。新井ほか (2000b) は跡倉層の砂岩構成粒子の分析から、その後背地は跡倉層を除く「跡倉・金勝山ナップ」を構成する地層や岩石であり、それらが古領家帯の要素であるとした。小野 (2000) は、「跡倉ナップ」が三波川帯の北方 (大陸側) に存在したと考えた。山北・大藤 (2000) は、「跡倉ナップ」を飛騨外縁系列複合体のナップとした。

最近の碎屑性ジルコン U-Pb 年代研究では、中畑ほか (2015) が下仁田町に分布する跡倉層 (中部砂岩泥岩互層 : 新井・高木 1998) の砂岩の碎屑性ジルコン U-Pb 年代を測定し、 $119$ Ma ~  $2643$ Ma におよぶことを報告した。最も若い年代は前期白亜紀であり、そのほかではジュラ紀とペルム紀および先カンブリア代を示すジルコン年代のグループが見いだされた。これらのグループの由来については、ジュラ紀の年代の花崗岩類は飛騨帯の船津花こう岩 (加納 1990) に限られる。また、ペルム紀に属すものは川井山石英閃緑岩 (金勝山石英閃緑岩) と考えられ、この年代の花崗岩類は飛騨帯における  $330 \sim 230$ Ma の変成作用時の古期花崗岩 (相馬・柗座 1993) と舞鶴帯および阿武隈山地東縁 (常磐地域ボーリング資料による  $304 \sim 293$ Ma の花崗岩) に分布する。先カンブリア代を示す  $1600 \sim 2200$ Ma のジルコンは、古原生代の大陸基盤岩に由来すると考えられる。これらを総合すると、跡倉層の堆積場は、手取・神通層群と同様に、白亜紀後期に背弧側で堆積したと考えられるとした。このデータは今

後、跡倉層の後背地や「跡倉ナップ」の起源を考えるうえで重要である。

## 論 点

「跡倉ナップ」はどこから由来したものなのかが、最大の課題である。多くの研究をみると、「跡倉ナップ」を構成する跡倉層、川井山石英閃緑岩、風口層ホルンフェルス、四ツ又山石英閃緑岩、寄居変成岩など、それぞれ個別の由来起源の考察となっている。しかし、「跡倉ナップ」を構成する地層や岩石は、同一の場にあったと考えられる。したがって、今後の帰属問題解決のためには、この観点での検討と考察が必要と考える。

## おわりに

下仁田地域は、フォッサマグナ地域内にあり、東北日本と西南日本との接点として、また中央構造線が町中を通り内帯と外帯の接点として地質学上重要な地域である。このように日本の地体構造のかなめの位置にあって、まだ謎解きの終わらない「跡倉ナップ」が存在し、中生代白亜紀末から新生代古第三紀にかけての大変動の鍵が隠されている。19世紀末から現在まで、多くの研究者によって研究されている。にもかかわらず、本報告に示したように、まだまだ多くの未解決の問題が山積みしている。今後も、多くの研究者とともに、研究を進めていきたい。

本報告の内容について、不十分な点にお気づきの方は、ご指摘いただければ幸いである。関東山地研究グループの調査研究にあたり、多くの方々からご援助やご協力をいただいた。ここに感謝を申し上げます。

## 文 献

青木 潔・堀越武男・堀沢 勝・細矢 尚・神澤憲治・高橋武夫・角田寛子 (1998) 群馬県下仁田町東部の跡倉クリッペ群について。群馬県立自然史博物館研究報告, 2, 43-56.  
青木 潔・堀越武男・細矢 尚・神澤憲治・高橋武夫・角田寛子 (2003) 群馬県下仁田町の跡倉不整合の再検討。

群馬県立自然史博物館研究報告, 7, 61-67.  
新井房夫・端山好和・林 信悟・細矢 尚・井部 弘・神澤憲治・木崎喜雄・金 今照・高橋 洌・高橋武夫・武井暁朔・戸谷啓一郎・山下 昇・吉羽興一 (1963) 群馬県下仁田町の跡倉礫岩を中心とする地質学的研究。地球科学, 64, 18-33.  
新井房夫・端山好和・林 信悟・細矢 尚・井部 弘・神澤憲治・木崎喜雄・久保誠二・中島孝守・高橋 洌・高橋武夫・武井暁朔・戸谷啓一郎・山下 昇・吉羽興一 (1966) 下仁田構造帯。地球科学, 83, 8-24.  
新井宏嘉 (2002) 雁行脈を用いた関東山地跡倉層中の古応力場解析。地質雑, 108, 575-590.  
新井宏嘉・小林健太・淡路勤太・高木秀雄 (2000a) 跡倉ナップに累重する金勝山ナップの運動像。日本地質学会107年学術大会講演要旨, 119.  
新井宏嘉・高木秀雄 (1998) 関東山地、跡倉ナップの構造発達：押被せ褶曲の復元。地質雑, 104, 861-876.  
新井宏嘉・村上慎二郎・高木秀雄 (2000b) 関東山地跡倉層の後背地。地質学論集, 56, 123-136.  
Arai H, Kobayashi K, and Takagi H (2008) Clockwise 180° rotation of slip direction in a superficial nappe pile emplaced upon a high-P/T type metamorphic terrane in central Japan. Gondwana Research, 13, 319-330.  
藤本治義 (1935a) 関東山地北部の地質学的研究 (其の一)。地質雑, 42, 137-151.  
藤本治義 (1935b) 関東山地北部の地質学的研究 (其の二)。地質雑, 42, 163-181.  
Fujimoto H (1937) The Nappe Theory with Reference to North-eastern Part of the Kwanto-Mountainland. Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, Sec. C, 1, 215-243.  
藤本治義 (1951) 日本地方地質誌, 「関東地方」。朝倉書店, 345p.  
藤本治義・渡部景隆・沢 秀生 (1953) 関東山地北部の推し被せ構造。秩父自然科学博物館研究報告, 3, 1-41.  
藤森秀彦・高木秀雄 (1987) 下仁田地域の花崗岩類-岩体区分とマイロナイト化作用。日本地質学会第94年学術大会講演要旨, 466.  
端山好和・柴田 賢・内海 茂 (1987) 群馬県下仁田町の川井山石英閃緑岩の放射年代とその意味。日本地質学会第94年学術大会講演要旨, 467.  
端山好和・柴田 賢・内海 茂 (1990) 関東山地北縁の2・3の岩石の放射年代。地質雑, 96, 319-322.  
市川浩一郎 (1970) 西南日本の中・古生代地質より提起される若干の問題。“島弧と海洋”, 東海大出版会, 193-200.  
生野賢司・平野弘道・真野勝友・新井宏嘉・高木秀雄 (2016) 関東山地北縁部、跡倉層におけるアンモナイト類に基づいた時代対比。古生物学会第165回例会予稿集, 29.  
鍋川団体研究グループ (1985) 関東山地北縁からの牛伏山

- 衝上断層（新称）の発見. 地質雑, 91, 375-377.
- 鍋川団体研究グループ (1990) 関東山地北縁における跡倉衝上と牛伏山衝上の関係. 地質雑, 96, 73-76.
- 鍋川団体研究グループ (2016) 群馬県南西部の中央構造線「馬山-金井線」の再検討. 下仁田町自然史館研究報告, 1, 41-48.
- 加納 隆 (1990) 飛騨帯東部早月川流域における伊折花崗岩体（船津型）に対する大熊山花崗岩体（下之本型）の貫入関係：飛騨帯の中生代前期花崗岩類（船津花崗岩類）の再検討. 地質雑, 96, 379-388.
- 関東山地団体研究グループ (2009) 跡倉衝上断層と跡倉不整合. 地学団体研究会第63回総会講演要旨集, 26-31.
- 小林貞一 (1943) 関東山地敷地の地質に就いて. 地質雑, 50, 229-241.
- 小林健太・高木秀雄 (1991) 断層の内部構造からみた関東山地跡倉ナップの移動方向. 日本地質学会第98年学術大会講演要旨, 291.
- 小林健太・新井宏嘉 (2002) 関東山地の跡倉・金勝山ナップと中央構造線. 日本地質学会第109年学術大会見学旅行案内書, 87-108.
- Kobayashi K. (1996) Rotation of slip direction of the Atokura Nappe viewed from micro-structural analyses of brittle shear zones in the Sambagawa belt, Southwest Japan. *Jour. Struct. Geol.*, 18, 563-571.
- Matsukawa M. and Obata I. (2012) Santonian fossils from the upper Cretaceous Atokura Formation in Kwanto Mountains, Japan, and their significances. *Bull. Tokyo Gakugei Univ., Division of Natural Sciences*, 64, 143-152.
- 中畑浩基・磯崎行雄・小坂和夫・坂田周平・平田岳史 (2015) 関東山地北縁, 上部白亜系跡倉層・栃谷層の碎屑性ジルコン年代パターン-飛騨帯と中央構造線南縁との弧横断方向の関連-. 地学雑誌, 124, 633-656.
- Ogasawara M., Fukuyama M. and Horie K. (2016) SHRIMP U-Pb zircon dating of the Kinshozan Quartz Diorite from the Kanto Mountains, Japan: Implications for late Paleozoic granitic activity in Japan Islands. *Island Arc*, 25, 28-42.
- 小野 晃 (1985) 関東山地皆野町山形の角閃岩相の変成岩類と K-Ar 年代. 地質雑, 91, 19-25.
- 小野 晃 (1990) 関東山地北縁部の三波川帯に阿武隈変成岩類の発見. 日本地質学会第97年学術大会講演要旨, 575.
- 小野 晃 (2000) 跡倉ナップのテクトニック・ブロックとその地質学的意義. 地質雑, 106, 620-631.
- 埼玉総会中・古生界シンポジウム世話人会 (1995) 関東山地中・古生界研究の現状と課題. *地球科学*, 49, 271-291.
- 佐藤興平・柴田 賢・内海 茂 (2015) 関東山地北縁部の異地性岩塊や礫岩に含まれる珪長質火成岩類の年代：跡倉ナップ実像解明の歴史と今後の課題. 群馬県立自然史博物館研究報告, 19, 69-94.
- 佐渡道隆 (1938) 群馬縣下仁田町附近に發達する跡倉礫岩層に就て（講演要旨）. 地質雑, 45, 477-478.
- 柴田 賢 (1973) 氷上山崗岩および薄衣花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質雑, 79, 705-707.
- 柴田 賢・高木秀雄 (1989) 関東山地北部の花崗岩の年代, 同位体から見た中央構造線と棚倉構造線との関係. 地質雑, 95, 687-700.
- 柴田 賢・高木秀雄・稲崎富士・内海 茂 (1993) 赤石山地, 青崩峠地域の戸台構造帯の花崗岩類とその放射年代. 地質雑, 99, 135-144.
- 柴田 賢・内海 茂 (1975) 南部北上山地氷上山崗岩の K-Ar 年代. 地調月報, 26, 235-241.
- 杉山隆二 (1943) 群馬県下仁田町附近に發達する所謂跡倉礫岩について. 東京科学博物館研究報告, 7, 1-30.
- 杉山隆二 (1944) ミロナイトについて. 東京科学博物館研究報告, 13, 1-9.
- 相馬恒雄・棚座圭太郎 (1993) 飛騨ナップの形成と中生層のテクトニクス, 飛騨地域の構造發達史. 地質学論集, 42, 1-20.
- 高木秀雄 (1991) 寄居変成岩-関東山地北縁部の異地性変成岩体その1. 泥質片麻岩中のザクロ石の化学組成について. 早稲田大学教育学部学術研究-生物・地学編-, 40, 9-25.
- 高木秀雄・柴田 賢・鈴木和博・田中 剛・上田 寛 (1997) 九州東部, 白杵-八代構造線沿いの白杵川石英閃緑岩の同位体年代とその地質学的意義. 地質雑, 103, 368-376.
- 高木秀雄・柴田 賢・内海 茂・藤森秀彦 (1989) 関東山地北縁部の花崗岩類の K-Ar 年代. 地質雑, 95, 369-380.
- 高木秀雄・藤森秀彦 (1989) 関東山地北縁部の異地性花崗岩体. 地質雑, 95, 663-685.
- 高木秀雄・柴田 賢・内海 茂・山田隆司 (1992) 関東山地北縁部, 跡倉層中の花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質雑, 98, 971-974.
- 高木秀雄・朴 容世・益子竜行・田中秀実・小泉雅一・坂谷徹丸・坂 幸恭 (1995) 関東山地, 山中地溝帯三山層中の花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質雑, 101, 648-658.
- 高木秀雄・柴田 賢 (1996) 古領家の復元. テクトニクスと変成作用 (原 郁夫先生退官記念論文集), 211-219.
- 高木秀雄・柴田 賢・鈴木和博・田中 剛・上田 寛 (1997) 九州東部, 白杵-八代構造線沿いの白杵川石英閃緑岩の同位体年代とその地質学的意義. 地質雑, 103, 368-376.
- 高木秀雄・新井宏嘉・宮下 敦 (2016) 関東山地北縁部の低角度構造境界. 地質雑, 122, 305-324.
- 武井暁朔 (1992) 関東山地北縁部のいわゆる跡倉層の砂岩. 地質学論集, 38, 249-259.
- 竹内圭史 (2000) 関東山地跡倉ナップのペルム紀ホルンフェルス. 地質学論集, 56, 137-146.
- 竹内圭史・牧本 博 (1991) 関東山地北部の跡倉ナップの

- 地質. 日本地質学会第98年学術大会講演要旨, 292.
- 竹内圭史・牧本 博 (1993) 関東山地, 跡倉ナツプの四又山石英閃緑岩と石灰岩の貫入関係. 日本地質学会第100年学術大会講演要旨, 235.
- 竹内圭史・牧本 博 (2003) 関東山地, 白亜系跡倉層に貫入する白亜紀石英閃緑岩. 日本地質学会第110年学術大会講演要旨, 69.
- 内田信夫 (1961) 群馬県下仁田付近の地質 (その1), 四つ又山押しかぶせ構造について. 成蹊論叢 1, 177-192.
- 内田信夫 (1962) 群馬県下仁田付近の地質 (その2), いわゆる跡倉礫岩について. 地質雑, 68, 133-140.
- 内田信夫 (1978) 関東山地北部のデッケ説について—総報—. 地学雑誌, 87, 16-26.
- ウォーリス, S.・平島崇男・柳井修一 (1990) 関東山地下仁田の跡倉ナツプの運動方向とセンスについて. 地質雑, 96, 977-980
- 山北 聡・大藤 茂 (2000) 白亜紀左横すべり断層系としての中央構造線—黒瀬川断層系による日本列島先白亜紀地質体の再配列過程の復元. 地質学論集, 56, 23-38.

