奥羽脊梁最下部グリンタフ、大荒沢層の形成期^{*1}

大口 健志^{*2}・馬場 敬^{*3}・佐藤 時幸^{*4}・田口 一雄^{*3}・高安 泰助^{*2}

(昭和60年1月28日受付, 受理3月22日)

On the Age of the Oarasawa Formation, The Lowest Green Tuff in the Ou Backbone Mountain Range, Northeast Japan

By

Takeshi OHGUCHI, Kei BABA, Tokiyuki SATO,
Kazuo TAGUCHI and Taisuke TAKAYASU

Abstract: Remarkable fossil plants and marine animals were found from the Oarasawa Formation distributing along the upstream of the Isawa River, southwestern part of Iwate Prefecture, near Akita-Iwate border.

The Oarasawa Formation, the lowest Neogene sequence in the Ou Backbone Mountain range area, has been correlated to the Nishioga Group or the Monzen Group of Oga Peninsula on the basis of characteristic lithofacies called "Oarasawa-Semi facies" without enough fossil evidence. The Oarasawa Formation outcropping along the Isawa River is composed mainly of subaqueous basaltic to andesitic volcanic rocks and intercalates conglomerate, sandstone and siltstone layers, in which the fossil were newly found.

The plant fossils include some characteristic species of the Daijima-type fossil flora such as *Cyclobalanopsis nathorstii*, *Quercus miovariabilis*, *Liquidamber miosinica* and *Smilax trinervis* being determined by Professor emeritus K. Huzioka. The fossil marine animals are not abundant and poorly preserved, but the fossils contain a few common species of the Kadonosawa fauna that is nearly equivalent of the fauna in the Nishikurosawa stage.

The fossil evidences show that the Oarasawa Formation is now placed in the Daijima-Nishikurosawa age. Therefore, by biostratigraphical and lithological facts, the Oarasawa Formation can be correlated consistently with the formations which were established or redefined recently, such as the Okachigawa Formation of Dewa mountains, southern Akita Prefecture and the Sunakobuchi Formation distributting along the eastern margin of the Akita Oil Field.

The litho- and biostratigraphical informations obtained recently from the lower Green Tuff, indicate that the Green Tuff volcanism took place in the Daijima-Nishikurosawa age in many places of the inland region of the northeast Japan.

1. ま え が き

奥羽脊梁山脈中核部の岩手県水沢市の西方, 胆沢川上流に分布する大荒沢層(北村, 1959, 1965)から, 動植物化石が産出した。産出化石の内容は, 大荒沢層の形成期が赤島期一門前期ではなく, 台島一西黒沢期(藤岡展价ら, 1981)であることを示している(馬場ら, 1984a, b)。

大荒沢層準から今までに知られている化石は, 秋田県の桑の木沢産海棲二枚貝破片のみであった(北村, 1965; 武藤, 1965)。大荒沢層に限らず, 大荒沢一門前層相当層といわれる最下部グリンタフの多くが古生物資料を欠く状態は, 近年まで続いた一般的なことであった。そのためいわゆる大荒沢層相当層の対比や年代論は, 化石を産出する上位層との層位関係, 岩相の共通性, さらに変質状態さえ加味して行わざるを得なかった。鑑定に耐える化石が稀に発見されたとしても, その地域の層序を改訂するにとどまり, 大荒沢層, あるいは最下部グリンタフの形成期まで踏みこんだ考察は行われなかった(例え

^{*1}地質学会第91年会(東京), 石油技術協会第49回総会(秋田)で講演。

^{*2}秋田大学鉱山学部

^{*3}東北大学理学部

^{*4}帝国石油株式会社研究所

図1 位置図

ば、大口, 1974)。また, ある場合には産出する化石内容に全く無視した議論すらなされた。

秋田油田東縁の太平洋地域の新第三紀層 (沓沢, 1966, 1977; 藤岡一男ら, 1977) から, 馬場ら (1979) は台島型植物化石, *Operculina* sp. indet. などの海棲動物化石を発見した。馬場ら (1980) はそのことに基づいて, 大荒沢一瀬見相 (田口, 1973a, b) と呼ばれるものの大部分が, 台島—西黒沢層相当層である可能性を示唆した。

北村 (1959, 1974) によって体系づけられた奥羽脊梁新第三紀地史の発端を示す大荒沢層の形成期, ひいては脊梁グリンタフ火山活動の開始期は, 本報によって初めて, 古生物学的根拠を持つこととなった。

大荒沢層の形成期に関する新しい知見は, 下部グリンタフの位置づけ, 並びに, 炭化水素鉱床の深部探査に, 影響を与えるものと思われる。本稿では, 化石産出地点付近の大荒沢層の岩相と層序を記載し, 産出化石がもつ地質学的意義を奥羽丘陵のグリンタフ地質と関連させて考察する。

図2 地質図 (岩手県胆沢川上流～秋田県成瀬川支流, 柳沢間, 北村 (1965), 白田ら (1977) から編集。

表1 地質総括：北村(1965)，白田ら(1977)による。

なお、産出した化石の詳細については、改めて報告の予定である。

2. 地質と産出化石

岩手県胆沢川上流域の新第三系は早川ら(1954)と北村(1959, 1965)によって報告されている。表1に北村(1965)と白田ら(1977)から編集した、胆沢川上流から県境を越えて秋田県成瀬川支流柳沢に至る地域(図1)の層序を、図2に著者らの資料を加えた地質図を示す。

古生界堆積岩類と、それに貫入した閃緑岩類、超塩基性岩類から構成される基盤岩類(北村・蟹沢, 1971)に重なる中下部新第三系は、図示の如く、下位より大荒沢層、小出川層、西小沢層、小繫沢層に区分されている。小出川層の下部は大荒沢層の上部と指交し、西小沢層は小出川層と同期の地層とされている(北村, 1965)。

図3 胆沢川上流、桑原岳背斜西翼の大荒沢層柱状図

大荒沢層をはじめ、これらの地層は、男鹿半島の西男鹿層群から女川層までの地層に対比されている(北村, 1959)。

2.1 胆沢川上流に分布する大荒沢層の記載

胆沢川上流の大荒沢層は、変朽安山岩類が主構成員とされており、早川ら(1954)により胆沢川層と呼ばれていた。北村(1959, 1965)は、胆沢川層や秋田県側に分布する桑の木沢層(武藤, 1965)の岩相と層位が標式地(横黒線=北上線沿線)の大荒沢層と等しいことから、それら両層を大荒沢層に一括し、現在に至っている。

桑原岳背斜(北村, 1974)西翼、胆沢川にそぐ柱状図を図3に示す。大荒沢層は風化花崗岩層を介して先第三系を覆い、不純石灰岩、砂岩-泥岩からなる小出川層および西小沢層によって覆われる。この地域の大荒沢層は化石を含む礫岩-シルト岩層を中部として、安山岩類からなる下部と、玄武岩類を主とする上部とに3区分される。全層厚は450m程度である。

＜下部＞ しそ輝石・普通輝石安山岩、および、かんらん石、しそ輝石、普通輝石基性安山岩溶岩、火山角礫岩、ハイアロクラスティック プレッチャ(hyaloclastic breccia)などからなる。安山岩溶岩は、斑状、部分的に集斑状で、石基は填間状組織を呈し、新鮮な暗褐色火山ガラスが石基に残存することが多い。火山角礫岩は30cm大以上におよぶ、様々な大きさの安山岩片や火山弾様岩片を含み、岩塊の一部は赤〜赤褐色を呈し、少量の炭酸塩鉱物によって膠結されている。

＜中部＞ 礫岩、砂岩、シルト岩などから構成され、約50mの層厚を持つ。7mほどの厚さの安山岩溶岩を下部に挟在する。

動植物化石はこの中部層の上部に含まれている。すなわち、動物化石は含細礫粗〜中粒砂岩から、植物化石はその直上の炭質部に富むシルト岩や中〜粗粒砂岩から産出する。含化石層の層厚は約70cmである。

＜上部＞ 無斑晶〜斑状の、かんらん石輝石玄武岩-輝石玄武岩質枕状溶岩、ハイアロクラスティック プレッチャ(hyaloclastic breccia)(河内ら, 1976)、ペペライト(peperite)などの水冷溶岩から構成され、そのうち下部ではやや塊状である。枕状溶岩は、ピロー(pillow)の間に基質をほとんど欠いて密に集合したクローズ パックド ピロー(close-packed pillow)、粗く成層したハイアロクラスタイト(hyaloclastite)中に個々のピローが散在するアイソレイテッド ピロー(isolated pillow)などの産状(CARLISLE, 1962)を呈し、ハイアロクラスタイトを主体とする部分とピローの濃集する部分とが、1〜2mの間隔で互層することもある。

枕状溶岩の一部を含め、ペペライト、ハイアロクラス

ティック プレッチャなどの角礫化岩相はその角礫の間を、泥質物、炭酸塩鉱物、石英などが充填する。一部の岩片は水冷溶岩片に特徴的な石基組織の帯状変化を示す。

上部層は急冷ガラス部分の変質、あるいは細脈状に見える充填物によって、見掛け上、下部層よりも強く変質している印象を受ける。しかし、ピローやプレッチャ内部の普通輝石や斜長石は新鮮なことが多い。

2.2 化石

動植物化石は前節で述べたように、大荒沢層の中部から産出する。植物化石は動物化石産出層準の上位から見い出される。現在わかっている産出地点と層準は図2と3に示す1箇所のみである。

化石はいずれも印象化石であり、保存状態は良くない。しかし、野外で取り出した化石、特に植物化石の多くは、充分鑑定に耐えるものであった(表2)。

表2 大荒沢層産動植物化石(鑑定:植物化石:藤岡一男, 動物化石:高安泰助)

Plant Fossils

Pterocarya sp.

Cyclobalanopsis nathorstii (KRYSHTOFOVICH) HUZIOKA et TAKAHASHI

Cyclobalanopsis sp.

Pasania sp.

Quercus miovariabilis HU et CHANEY

Zelkova ungeri (ETT.) KOVATS

Ficus sp.

Magnolia sp.

Cinnamomum sp.

Liquidamber miosinica HU et CHANEY

Liquidamber sp.

Paliurus sp. (leaves and seeds)

Smilax trinervis MORITA

Marine Fauna

Soletellina sp.

Panomys cf. *simotomensis* OTUKA

Mya sp.

Mya? sp.

Hiatula cf. *minoensis* (YOKOYAMA)

Turritella (*Hataiella*) cf. *s-hataii* NOMURA

Euspira? sp.

fish bone?

<植物化石> 11属13種が同定された。鑑定者である藤岡一男名誉教授によれば、この化石植物群の特徴として、針葉樹を伴わないこと、沿海岸低地〜後背山地斜面に生育した暖帯の落葉広葉〜照葉林(藤岡・植村, 1979)要素が強いことなどがあげられる。特に大荒沢層から産出した *Cyclobalanopsis nathorstii* (KRYSHTOFOVICH) HUZIOKA et TAKAHASHI, *Quercus miovariabilis* HU

et CHANEY, *Liquidamber miosinica* HU et CHANEY, *Smilax trinervis* MORITA などは、いずれも台島型植物群に特徴的な種である。

以上のことから、大荒沢層産植物化石は秋田県阿仁合炭田の打当植物群(HUZIOKA, 1963)、出羽丘陵の畑村植物群(HUZIOKA, 1964)、庄内平野の上郷植物群(TANAI, 1961; 藤岡・古賀, 1981)などの台島型植物群に対比できる。

<動物化石> 植物化石と比べ、種数が少なく、かつ保存も悪い。*Panomys* cf. *simotomensis* OTUKA, *Hiatula* cf. *minoensis* (YOKOYAMA), *Turritella* cf. *s-hataii* NOMURA の産出は、この産出層準が門の沢動物群や台島一西黒沢期を示す動物群に対比できる可能性を示唆する。

Panomys, *Mya* の産出は、胆沢川上流に分布する大荒沢層の堆積環境が上位の小出川層のそれ(北村, 1965)よりも、内湾性であったことを示している。

前述の動植物化石、特に植物化石資料に基づくと、大荒沢層は台島一西黒沢期堆積物(藤岡ら, 1981)として位置づけられる。

3. 対比と考察

脊梁地域に分布する大荒沢層などの最下部グリンタフは、大荒沢一瀬見相(田口, 1973a, b)と呼ばれ、いわゆる“プロビライト”*で特徴づけられている。従来、このような斉一の特徴を示す岩相によって、大荒沢層は男鹿半島の門前層群あるいは西男鹿群、秋田油田の大又層および、その上位の萩形層に対比されていた(表3)。

1960年代前半までに総括されていた東北日本内帯グリンタフの研究は田口(1973a, b)に始まる一連の出羽丘陵下部グリンタフ層序改訂の進行、無化石とされていた下部グリンタフからの化石の発見、坑井資料の増加など、新しい資料の整備により、一つの転換期を迎えた(藤岡ら, 1981; OHGUCHI, 1983)。ここでは、台島一西黒沢期堆積物としての大荒沢層と、出羽丘陵などで得た知見を総合し、いわゆる大荒沢層準の対比を試みる(表4)。

秋田県南部〜新庄盆地北部の及位層(表3-3)), 横根峠層などは、湯の沢川層、雄勝川層、飯沢層、皿川層、大仙山層に細分された(大沢ら, 1979a, b)。及位地域の赤倉凝灰岩(大沢・角, 1961)から、馬場ら(1983)は植物化石、昆虫化石(トビケラ、藤山(1983)同定)を採

*: 大荒沢層の岩相は出羽丘陵の皿川層のそれに類似する(大口, 1979)。胆沢川の大荒沢層は水冷溶岩類の発達をみる(本報)。大荒沢一瀬見相とよばれる特徴岩相は水中における火山活動、あるいは入水溶岩によってもたらされたものかもしれない。

表3 従来公表されてきた下部グリーンタフの対比

1) 藤岡一男 (1959), 2) 井上 (1960), 3) 沓沢 (1963), 大沢・角 (1961), 4) 北村 (1959, 1974), 5)-a) 大口・伊里 (1977), 5)-b) 早川ら (1954), 村井 (1962), 6) 上田 (1965), 早川ら (1954) による。

男鹿半島 1)	秋田油田 2)	出羽丘陵 3)	奥羽脊梁山脈		
			4) 北上線一 胆沢川	5) 田沢湖一 胆沢川	6) 花輪東方
	女川層		小繫沢層	坂本層	坂本層
西黒沢層	砂子淵層	須郷田層	大石層	堀木沢層	大葛層
台島層	大倉又層	畑村層	西小沢層	国見層	砂子淵層
門前層 真山流紋岩類 瀨ノ岬砂礫岩 加茂溶岩類 層 赤島層 入道崎火成岩 赤島溶岩類	萩形層	横根位 赤倉凝灰岩層 中ノ股凝灰岩層	大荒沢層	生保内層	瀬ノ比内層

表4 新しく改定した対比表：台島—西黒沢期堆積物としての大荒沢層を改定が進んだ地域と対応させた。

新第三紀 中期 初期	男鹿半島 藤岡 (1959) 大口ら (1979) 藤岡ら (1981)	秋田油田 太平山 馬場ら (1978, 1980) 佐藤・馬場 (1981)	出羽丘陵 浅舞—湯沢 大口 (1979) 大沢ら (1979a, b)	奥羽脊梁山脈 焼石岳—川尻 馬場ら (1983) 馬場ら (1984)
	女川層	小出沢層	女川層	塩根川層
	(N.9-10) 台島一 双六玄武岩 O. M. 丸舞川層 石英安山岩 門前層	(N.10) 砂子淵層 (N.9) O. 7M. 丸舞川層	(N.9-10) 須郷田層 畑村層 飯沢層 雄勝川層	(N.10) 鏡沢層 (N.9) 主寝坂層 小出川層 西小沢層 大荒沢層
	赤島層	籠滝沢層	湯ノ沢川層	湯ノ沢川層
古第三紀	花崗岩類, 熱変成 火砕岩類	花崗岩類	花崗岩類	古生層, 超塩基性岩など

溶結凝灰岩相：赤島層層準 台島層層準
阿仁合型植物化石 台島型植物化石 西黒沢フォーン

M.: MIOGYPSINA
O.: OPERCULINA

集した。植物化石の保存が悪く、種の同定は不可能であった。鑑定者（藤岡一男教授）によれば、属の構成内容から台島型植物化石である可能性が高い、とのことである。

湯沢地域雄勝川層の南沢溶結凝灰岩部層は、及位層標式地へよく追跡され、化石を産出する赤倉凝灰岩と指交する。このことから、及位層を雄勝川層の南方延長として、把えることができる。化石産出層準の岩相は、北方の皿川層、飯沢層などとも類似する。

かつて、西男鹿層群に対比されていた新庄盆地の檜原沢層は、*Cinnamomum* sp. を産し、さらに西黒沢階を示す貝類化石を含む（田口，1974）。以上のことから、田口（1973a, b）は檜原沢層を赤倉凝灰岩とともに、台島層に対比した。

沓沢（1963）が及位層の赤倉凝灰岩や門前層に対比した横根峠層*（表3-3）は、植物化石を産出する。HUZIOKA

* 大口（1979）、大沢ら（1979a, b）の飯沢層にはほぼ相当する。

(1964)はこれを横根小植物群と呼んで、阿仁合植物群と同時期のものとした。その根拠は、当時行われていた産出層準の対比に基づいている。

秋田県東南端、雄勝町秋の宮に分布する及位層から、大口(1974)は *Amphistegina radiata* の他に貝類化石を発見し、その地域の及位層の大部分を台島層～西黒沢層相当層とした。

以上のようにして、秋田県南部の出羽山地のいわゆる大荒沢一門前層準の地層の大半は、大荒沢層と同様、台島一西黒沢階の地層とみなさざるを得ない状況となっている。

秋田油田の東縁にあたる太平山塊周辺を標式地として設定された、表3に示す下部グリンタフ層序(井上, 1960)は沓沢(1966, 1977)、藤岡ら(1977)などによって改変され、使用されてきた。馬場ら(1979, 1980)は太平山塊南西部に広がる井上の大倉又層、沓沢、藤岡の萩形層から *Operculina* sp., *Miogypsina* sp. (?) などの他に、数種の西黒沢期を示す動物群に属する化石の産出を報告した。貝類化石産出層準の上位からは *Cinnamomum miocenium* を産出する。佐藤・馬場(1981)は同じ地域の萩形層(門前階)から“砂子洩層”(西黒沢階)までの微化石を検討した。その結果、太平山塊南西部に分布する萩形層は、井上(1960)の大又層相当層(簗滝層、岩見ダム層)と、西黒沢海進に伴う一連の堆積物(再定義した砂子洩層)からなることが判明した。すなわち、そこでは門前階の地層が認定できないことを示している。再定義された砂子洩層は、岩相からも、生層序の上からも、大荒沢層とよく対比できる。

雫石盆地西縁の大荒沢層相当層、レン滝層(表3-5))(村井, 1962)はデスモステルス産出する(小野寺ら, 1967)。大口・伊里(1977)はレン滝層の上部を、ほぼ西黒沢層に相当する堀木沢層下部に位置づけた。“大荒沢一瀬見相”に相当する田沢湖線沿線の生保内層の対比は、大荒沢層の対比の変更に伴い、改める必要がある。

門前期の海成層とされていた秋田県北部の花輪盆地東部に分布する瀬の層(表3-6))は、井上ら(1973)によって再定義された。彼らによれば、阿仁合型植物化石で特徴づけられる下部は安久谷川層として分離され、瀬の層は台島一西黒沢期堆積物に限定される。臼田ら(1982)は佐比内層(早川ら, 1954)も限定された瀬の層に含めた。このことは、脊梁域と北上山地西縁の間に分布する、傾城峠安山岩などの大荒沢層相当層の対比が将来変更されるであろうことを示唆している。

4. むすび

大荒沢層の形成期が台島一西黒沢期であることを、岩

手県胆沢川上流の大荒沢層から今までに見い出された、台島型植物化石と海棲動物化石に基づいて述べた。さらに胆沢川の大荒沢層の岩相を記載し、その中上部が枕状溶岩を伴う水冷溶岩からなることを述べた。無化石あるいは化石に乏しいといわれていた地層から大型化石が発見されたことは、将来これらの地層の微化石資料が充実されるであろうことを示している。

出羽丘陵、秋田油田東縁および脊梁地域における化石産出層準の発見と層序の改定は、これらの地域で門前期とされていた地層の多くが、台島一西黒沢期のものであることを明らかにしつつある。そして、門前期に形成された地層は、標式地の門前層、太平山北方の阿仁合炭田の堆積物と同価の萩形層(井上, 1960)など、一部を残すのみとなった。

男鹿半島の赤島層に対比されている太平山塊の大又層(井上, 1960)は、出羽丘陵の湯の沢川層などとともに、日本海沿岸山地を特徴づける古第三紀の火山活動の産物と考えられる(大口ら, 1979; 大口, 1983)。

内陸部で下部グリンタフの層序改訂が進展したため、今まで岩相によって対比されていた男鹿半島下部層と内陸のそれとを対応させることは困難である。男鹿半島域で火山活動の場が水域に転換した時期は、火山岩類の産状から、潜岩溶岩類とはほぼ同時に活動した加茂溶岩類の噴出期である。前述した内陸部との対比の困難さを解消するためには、この水域の性格を解明し、半島下部グリンタフ地質の検討を続け、古生物資料を増加させることが必要であろう。このような検討はまた、広域的斉一火山岩相(たとえば、大荒沢一瀬見相)、あるいは火山一火砕岩頭相(田口, 1960)を組み合わせた岩相對比の有効範囲の確定にも役立つと思われる。

謝 辞

植物化石は秋田大学・藤岡一男名誉教授に鑑定していただいた。先生にはさらに、粗稿を校閲していただき、貴重な御意見を賜った。植物化石標本は国立科学博物館の植村和彦氏にも御覧いただき、有益な御意見を伺うことができた。また、化石標本は、植村氏に預託し、引き続き詳細な研究をお願いしている。以上の両氏に厚く感謝の意を表します。

引用文献

馬場 敬・伊藤雅之・大口健志・岡本金一・後藤 求・佐野尚文, 1979: 秋田県太平山南縁部からの *Operculina* の発見およびその意義(要旨). 地質学会東北支部会報, (9), 16-17.

——・大口健志・岡本金一・後藤 求・佐野尚文, 1980

- ：秋田県大平山南縁部の層序一特に *Operculina* 発見の意義について—(演旨). 石技誌, **45** (4), 231.
- , 1981: 鉱物におけるフィッシュン・トラックのエッチングの問題点及びその解法. 堆積学研究会報, (16), 17-28.
- ・越川憲一・田口一雄・佐藤時幸, 1983: 新庄盆地東縁下部グリーン・タフ層序の再検討およびその意義について(演旨). 石技誌, **48** (4), 312.
- ・佐藤時幸・大口健志, 1984a: 大荒沢層から発見された動植物化石とその意義(演旨). 地質学会第91年会講演要旨集, 119.
- ・大口健志・佐藤時幸, 1984b: 出羽丘陵から奥羽脊梁地域における台島—西黒沢期の堆積物(演旨). 石技誌, **49** (4), 51.
- CARLISLE, D., 1962: Pillow breccias and their aqua-gene tuffs, Quadra Island, British Columbia. *Jour. Geol.*, **70**, 48-71.
- 藤岡展价・大口健志・米谷盛寿郎・臼田雅郎・馬場 敬, 1981: 東北裏日本地域における台島—西黒沢期の堆積物について. 石技誌, **46** (3), 159-174.
- FUJIYAMA, I., 1983: Neogene *Termites* from northern district of Japan, with references to the occurrence of fossil insects in the district. *Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo*, (16), 83-99.
- 早川典久・舟山裕士・斉藤邦三・北村 信, 1954: 岩手県北上山地西縁より脊梁山地に亘る地域の新第三系の地質. 東北鉱山, (10), 1-97.
- 藤岡一男, 1959: 5万分の1地質図幅「戸賀」・「船川」, 及び同説明書, 地調, 1-61.
- HUZIOKA, K., 1963: The Utto flora of northern Honshu. *Tertiary Floras of Japan, Miocene Floras, Collab. Assoc. Commen., 80th Ann. Geol. Surv. Japan*, 153-258.
- , 1964: The Aniai Flora of Akita Prefecture and the Aniai-type floras in Honshu, Japan. *Jour. Mining Coll. Akita Univ., series A*, **4** (4), 1-105.
- 藤岡一男・大沢 櫻・高安泰助・池辺 穰, 1977: 秋田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地調, 1-75.
- ・植村和彦, 1979: 中新世中期, 台島階における *Comptonia-Liquidamber* forest. 秋田大学地研報, (45), 37-50.
- ・古賀 孝, 1981: 東北地方西南部の中新世中期台島型植物群. 地学雑誌, **90** (4), 235-246.
- 池辺 穰, 1961: 秋田油田地域における含油第三系の構造発達と石油の集積について. 秋田大学地研報, (26) 1-59.
- 井上 武, 1960: 秋田油田地域における含油第三系およびその基盤グリーンタフの火成層序学的研究. 秋田大学地研報, (23), 1-79.
- ・乗富一雄・上田良一・臼田雅郎, 1973: 秋田県総合地質図幅「花輪」, 及び同説明書. 秋田県, 1-54.
- 河内洋佑・LANDIS, C.A.・渡辺暈夫, 1976: ハイアロクラストイト. 地質雑誌, **82** (6), 355-366.
- 北村 信, 1959: 東北地方における第三紀造山運動について—奥羽脊梁山脈を中心として—. 東北大学地質古生物邦文報, (49), 1-98.
- , 1965: 5万分の1地質図幅「焼石岳」及び同説明書. 地調, 1-40.
- ・蟹沢聡夫, 1971: 奥羽脊梁山脈焼石岳南麓の先第三系基盤岩類について. 東北大学地質古生物邦文報, (71), 61-66.
- , 1974: 東北日本の新生代変動史. 海洋科学, **6** (9) 622-629.
- 杳沢 新, 1963: 中新世における“田代不整合”の意義(その1)—出羽丘陵・横手盆地西縁部の地質. 地質雑誌, **9** (816), 421-436.
- ・太平山団研グループ, 1966: 太平山南縁部の新第三系の層序と構造—とくに, グリーンタフ活動様式と堆積作用, 剪裂帯形成運動の相互関係—. 地団研専報, (12), 73-94.
- , 1977: 東北グリーンタフ構造運動への一試論, “陥没”と“将棋倒し構造”の関係. かんぼつ, (3), 43-49.
- 村井貞允, 1962: 岩手県雫石盆地の地質(その3), 雫石盆地西縁部の地質. 岩手大学工学部研報, **15** (1), 51-63.
- 武藤 章, 1965: 秋田県東南部地域の新第三系の層序. 地質雑誌, **71** (839), 389-400.
- 大口健志, 1974: 秋田県南部・雄勝町秋の宮の地質—*Amphistegina* および貝化石層準の発見—. 秋田大学地研報, (42), 1-11.
- ・伊里道彦, 1977: 秋田県田沢湖町生保内—岩手県雫石町橋場間の地質. 秋田大学地研報, (44), 67-81.
- ・矢内桂三・植田良夫・玉生志郎, 1979: 男鹿半島第三系—入道崎火成岩の岩相と放射年代. 岩鉱, **74** (6), 207-216.
- , 1979: 秋田県南部の第三系下部層. 秋田大学地研報, (45), 65-72.
- , 1983: 秋田県西部の下部グリーンタフ層序. 国立科博専報, (16), 13-23.
- OHGUCHI, T., 1983: Stratigraphical and petrographical

- study of the late Cretaceous to early Miocene volcanic rocks in northeast inner Japan. *Jour. Mining Coll., Akita Univ., series A*, **6** (3), 189-258.
- 小野寺信吾・大鷹俊介・佐藤二郎・高橋徳夫・山田弥太郎, 1967: 岩手県雫石町南部のグリーンタフ層からデスモステルスを発見. *地質雑*, **73** (6), 309-311.
- 大沢 穠・角清 愛, 1961: 5 万分 1 の地質図幅「羽前金山」及び同説明書. *地調*, 1-66.
- ・大口健志・高安泰助, 1979 a: 湯沢地域の地質. *地域地質研究報告* (5 万分の 1 図幅), *地調*, 1-64.
- ・——・——, 1979 b: 浅舞地域の地質. *地域地質研究報告* (5 万分の 1 図幅). *地調*, 1-53.
- 佐藤時幸・馬場 敬, 1981: 秋田県太平山南縁部グリーンタフ層準の微化石について (演旨). *石技誌*, **46** (4), 273.
- 田口一雄, 1960: 出羽丘陵新第三系下部層について (出羽地向斜の研究—Ⅱ). *地質雑*, **66** (773), 102-112.
- 1961: 山形県最上郡小国川南方山地の新第三系 (出羽地向斜の研究—Ⅳ). *地質雑*, **67** (786), 157-170.
- , 1973 a: 裏日本新第三系下部層にまつわる問題—特に基盤構造地質と積成区の形成に言及して— (出羽地向斜の研究—Ⅴ). *山形県地質と資源*, 17-28.
- , 1973 b: 東北新第三系下部層の火山層序と放射年代. *地質学論集*, (8), 183-193.
- , 1974: 5 万分の 1 地質図幅「新庄」及び同説明書. *山形県*, 1-22.
- TANAI, T., 1961: Neogene floral change in Japan. *Jour. Fac. Sci., series 4*, **11** (2) 119-398.
- 上田良一, 1965: 秋田県北部の第三系の層位と造構造運動について. *秋田大学地研報*, (32), 1-71.
- 白田雅郎・村山 進・白石建雄・伊里道彦・井上 武・乗富一雄, 1977: 5 万分の 1 総合地質図幅「横手」及び同説明書. *秋田県*, 1-97.
- ・岡本金一・高安泰助・成田典彦・栗山知士・藤本幸雄, 1982: 5 万分の 1 地質図「田山」. *秋田県*.