

東北日本弧東北部の中部更新統に関する研究の現状と課題

Recent Progress and Future View of the Stratigraphy and Sedimentation of the Middle Pleistocene in the Northern Part of the Northeast Honshu Arc, Japan

鎌田 耕太郎*・齋藤 奈津子**

KAMADA Kotaro and SAITO Natsuko

キーワード：中部更新統、堆積システム、弧内堆積盆、氷河性海水準変動、田名部層、野辺地層

Key Words : Middle Pleistocene, Sedimentary System, intra-arc basin, glacioeustatic sealevel change, Tanabu Formation, Noheji Formation

要旨：

下北半島田名部低地帯に分布する更新統田名部層とその80km南に位置する青森県上北地域に分布する更新統野辺地層は、ほぼ同時期の堆積物とみなされる。それぞれの層序区分と対比、形成年代については最近に至るまで議論が続いている。両層は構造的には前弧海盆の堆積物であり、火山前線に隣接した弧内堆積盆の堆積物でもある。田名部低地帯から上北地域にまたがる第四紀堆積盆を田名部-上北弧内堆積盆と命名する。火山灰層序をもちいた段丘面の編年により、田名部層と野辺地層は中期更新世の堆積物と限定できるようになった。したがって両層の堆積は氷河性海水準変動の影響を強く受けている。

田名部-上北弧内堆積盆についての更新統について検討した結果、次のような堆積相の特徴が抽出できた。すなわち当該堆積盆は最も陸側よりの前弧海盆域に位置しているために海退期に形成された開析谷がよくみられ、それらは引き続き海進期の浅海堆積物で埋積され、一部に高海水準期の堆積物が発達する。海進を受けた開析谷には沼沢地堆積相が出現し、海進の継続によってバリアー島で仕切られたラグーン環境やエスチュアリー環境が広く出現した。両地域ともに堆積の後期にはサンドウェーブのみられる海峡状の地形が存在した。

田名部層と野辺地層にみられる岩相の不連続性は開析谷の重複する侵食構造と潮汐干潟環境によるもので、後者は堆積相の著しい側方変化をももたらす。したがってこのような堆積物中では、allocyclic 侵食面と autocyclic 侵食面を識別することなしには岩相層序区分はできない。田名部層と野辺地層の層序を確立し、堆積システムを明らかにすることにより田名部-上北弧内堆積盆の堆積テクトニクスが考察できる。

Abstract :

The Tanabu Formation in the Tanabu Lowland and the Noheji Formation in the Kamikita Plain have been regarded as contemporaneous Pleistocene deposits in the Northeast Honshu Arc of Japan. The question of the stratigraphy, correlation and depositional age of these formations is still

* 弘前大学大学院地域社会研究科（後期博士課程）地域政策研究講座

Regional Political Studies, Regional Studies, (Doctoral Course), Graduate School of Hirosaki University

** 弘前大学教育学部地学研究室

Department of Geology, Faculty of Education, Hirosaki University

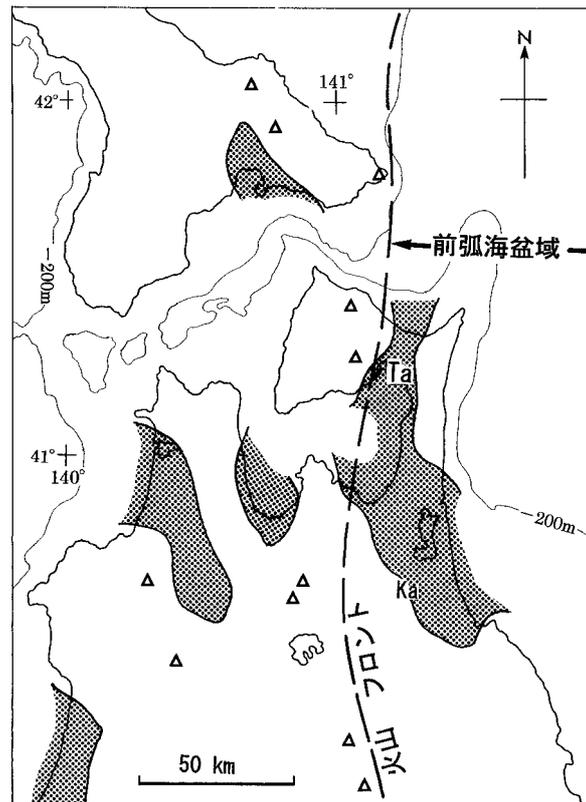
controversial. The Tanabu and Noheji Formations are situated in the forearc basin area and in the intra-arc basin area along the volcanic front of the Northeast Honshu Arc. Consequently these two Quaternary depositional areas are designated as the Tanabu- Kamikita Intra-Arc Basin. The depositional age of the Tanabu and Noheji Formations seem older than the Shichihyaku Terrace (MIS 9) based on tephrochronology and the history of marine-terrace development. The deposition of the Tanabu and Noheji Formations was controlled by glacioeustatic sea level change, so the lower part of these formations is composed of estuarine, incised valley-fill, fan delta and tidal depositional systems. The upper part of the Tanabu and Noheji Formations is composed of shoreface, barrier-island and tidal sand bar depositional systems. Estuarine, incised valley-fill and tidal deposits and the architecture of these facies in the Tanabu and Noheji Formations cause difficulties in stratigraphy and making accurate correlations. It is important to distinguish if the boundary of each facies is of allocyclic erosion surface or of autocyclic erosion surface in these deposits in order to determine meaningful stratigraphic distinction. Establishment of the stratigraphy and facies architecture of the Middle Pleistocene in the Tanabu- Kamikita Intra-Arc Basin would make clear a tectono-sedimentary history of this basin.

はじめに

青森県東部の上北地域と本州北端下北半島の田名部低地帯は、東北日本弧の脊梁山脈の東側に隣接した前弧海盆域に位置している。両地域は火山フロントに隣接する典型的な弧内堆積盆 (intra-arc basin) でもある (第1図)。ここでは上北地域と田名部低地帯の更新-完新統の堆積盆を田名部-上北弧内堆積盆とよぶことにする。この堆積盆を埋積する更新統は海成堆積物と陸成堆積物からなり、火砕物をはさむ。東北日本弧は中新世末期以降、広域不整合を繰り返しながら次第に現在のような姿となった。したがって田名部-上北弧内堆積盆に分布する更新統野辺地層と更新統田名部層の堆積相には、堆積盆の離水過程を示す堆積環境の変化が記録されている。

東北日本弧における更新統の比較的連続した層序は新潟地域や会津地域、男鹿地域などにみられ多くの研究が成されているが、それらは背弧海盆域に位置する堆積盆であり、前弧海盆域における模式的なサクセッションは田名部-上北弧内堆積盆のみにみられる。しかしそこに分布する更新統の層序区分や対比、堆積年代については、以下に述べるように最近まで多くの問題が残されていた。

田名部-上北弧内堆積盆に分布する中部更新統の堆積は、海水準変動の規制を強く受け



第1図 東北本州弧における第四紀堆積盆の分布 (網掛け部分) と火山フロントの位置 (破線) を示す。田名部低地帯 (Ta) から上北平野 (Ka) に連続する第四系分布域が田名部-上北弧内堆積盆。火山フロントに隣接する前弧海盆域の西縁に位置する。

50万分の1活構造図「青森」(山崎ほか、1986) や日本第四紀地図 (日本第四紀学会、1987) をもとに作成。

ている。したがって堆積体中に、海退時に形成される開析谷や海進時の外浜侵食がつくる岩相境界と、海進期に出現する潮汐干潟環境を構成する侵食構造や岩相変化（鎌田、2002）を認識することなくしては、田名部層や野辺地層がどのような地質系統なのかを定義づけることは難しく、中部更新統の層序区分や対比はできない。したがって小論では、最初に各地域ごとの研究史を概観して問題点を整理し、次に筆者らの研究によって明らかになりつつある田名部-上北弧内堆積盆の中部更新統を構成する堆積システムの最近の成果を紹介し、層序を編む上で基準となる基礎資料を提示する。

研究史

1. 田名部低地帯の更新統の層序対比と問題点

下北半島田名部低地帯に分布する第四系については、桑野（1956、57、58）による先駆的な層序学的研究がある。田名部低地帯に分布する更新統はそれまで野辺地層（岩井、1951）と一括されていたが、模式地に比べてより火砕物に富むことから田名部層として独立させた（桑野、1956）。また田名部層を火砕物に富む下部の女館相と、非火砕物からなる上部の斗南ヶ丘相に区分した。なお女館相中の火砕物は恐山に由来するため、遠位堆積相の分布する堆積盆中央部では斗南ヶ丘相が卓越すると解釈し、両相を指交関係とみなした。しかし内陸域では田名部層の層序を確立するうえで露頭条件が不良のため、田名部低地帯北縁の津軽海峡に面する海岸（以下北部海岸と呼ぶ）において再検討が試みられた（桑野、1957）。北部海岸の海食崖を検討した結果、田名部層を下部の汐崎部層と上部の石持納屋部層に区分し、両部層の累重関係と側方への岩相変化の詳細を模式的なスケッチで示した。次に桑野（1958）は調査域を田名部低地帯全域から東部の丘陵域に広げて検討したが、田名部層の部層区分はここでも通用するとして下部層と上部層に改めた。ここまでの桑野（1956、57、58）による田名部層は、段丘堆積物の基盤で、鮮新統の砂子又層を不整合に覆う堆積物を指している。

下北半島に見られる段丘地形に関する研究は大矢・市瀬（1956）により開始された。北部海岸付近では5段の段丘地形を識別した。北部海岸を縁どる比高20m前後の段丘を第4段丘と命名し、下北半島で最も広く発達すると述べた（大矢・市瀬、1956）。5万分の1地質図幅「尻屋崎地域の地質」（対馬・滝沢、1977）では田名部層を高位段丘より古い堆積物とみなし、下部更新統に対比した。また中川（1972）も田名部層を野辺地層に対比される段丘堆積物の基盤として、その年代を下部更新統とみなした。

大矢・市瀬（1956）の報告は地形面区分を主としたものであったが、その後、岩崎（1987）は中-上部更新統の解釈に火山灰層序を設定して段丘堆積物と田名部層相当層の層序区分や対比を行った。そして得られた段丘形成史から相対的海水準変動を考察した。ここで岩崎（1987）は初めて田名部層相当層を海水準変動時の段丘構成堆積物ととらえ、下位から石持納屋層、汐崎層、稲崎層、斗南ヶ丘層に区分した。岩崎（1987）も桑野（1957）が図示した露頭についてさらに詳細な岩相分布を示すスケッチを残した。

岩崎（1987）が指摘したように、田名部層相当層をいわゆる中位段丘面より古い堆積物として氷河性海水準変動と連動させて解析する試みは桑原・山崎（2000、2001）によってもなされた。桑原・山崎（2000）は田名部低地帯の中・後期更新世における隆起速度を考察するために地形面区分を行い、段丘を構成する堆積物には含まれる火山灰を鍵層として段丘堆積物を北部海岸の田名部層相当層と比較した。その結果、北部海岸に露出する田名部層相当層を下位からCycle 1～3に区分した。この研究はCycle 1が蒲野沢面相当のMIS 11の海進期堆積物でCycle 2は東栄面相当でMIS 9の海進期堆積物、同様にCycle 3は樺山面相当のMIS 7の海進期堆積物と位置づけした点で画期的である。また各段丘堆積物の形成時期を中～後期更新世の海水準変動曲線と対応できたことに基づき、

段丘堆積物には含まれる恐山起源の火山灰層序から恐山火山の活動史を考察している（桑原・山崎、2001）。

筆者らは1970年代後半から、田名部層の標式的露頭である北部海岸において層序学および堆積学的な検討を進めてきた（鎌田・太田、1997；鎌田ほか、1999；石田・鎌田、2000など）。鎌田・太田（1997）は美付付近の検討に基づいて田名部層中に沼沢地やエスチュアリー、潮汐三角州などの指標的堆積相を識別し、複数の層準に開析谷の存在を指摘して堆積相解析の必要性を述べた。さらに調査範囲を拡大して検討した結果、桑野（1957）の区分による石持納屋部層と段丘堆積物の間に、新たに田名部層の最上部層として稲崎部層を識別した（石田・鎌田、2002）（第3図）。また岩崎（1987）の露頭スケッチと比較した結果、稲崎と入口の間に露出する斗南ヶ丘層下部として区分された堆積物は汐崎部層の一部に相当し、稲崎東部に分布すると図示されている斗南ヶ丘層中部は石田・鎌田（2002）の区分による稲崎部層に対比される。なお、桑原・山崎（2000）が田名部層の最下部に位置するとしてCycle 1と区分・命名した堆積物は、大部分が石持納屋部層（桑野、1957）に相当するとの見解を示した。さらにCycle 1の露出する海食崖基底には、汐崎部層のエスチュアリー堆積物もみられるので、複数の部層から構成されるこの堆積物をCycle 1として一括するのは適当ではない。

田名部層の堆積年代については、酸素同位体ステージ番号（MIS）12から7（約45万年前から20万年前）の堆積物と見なされている（桑原・山崎、2000）。結局、石田・鎌田（2002）は田名部層の最上部に、問題を残すとしながら稲崎部層を設けたように、田名部層の堆積末期以降の堆積史に関しては連続した層序が観察される適切なセクションで検討する必要がある。

なお、田名部層の下位に位置する浜田層や砂子又層については、連続セクションで検討された研究例や模式地で複数層準にまたがって検討された研究例はほとんどないので、実際にそれらの鮮新-更新統に関する層序区分の妥当性や年代学的な把握は遅れている。

2. 上北地域の更新統の層序対比と問題点

上北地域に分布する更新統からは軟体動物化石やナウマン象の化石を産出（徳永、1936；Tokunaga and Takai, 1936）し、古くから注目されていた。この地域の更新統は古間木層（Otuka, 1939）や七戸層（湊・深田、1950）と、調査地区ごとに異なった地層名で呼ばれた。岩井（1951）は上北地域の更新統について層位学的研究を行い更新統を上北層群と命名した。その下部層に野辺地層の層名を用いた。上北層群は上北地域を含む青森県東部にみられる、火山灰をはさむことで特徴づけられる段丘堆積物と、鮮新統には含まれる地質系統を指している。この地質系統を、その後、柴崎ほか（1958）は野辺地層の層名に一括し、この地層名が今日まで多用されるようになった。また大西（1962）も降下火山灰（ローム）層に不整合に覆われ、鮮新統清水目層に不整合に重なる地質系統を上北層群とし、下位から下部層、中部層、上部層に細分した。その下部層が岩井（1951）の野辺地層にほぼ相当する。大西（1962）は当該地域の更新統に胚胎される砂鉄鉱床の堆積機構に着目して更新統の岩相区分を行い、堆積環境の変遷を論じた。その研究手法は堆積相解析の基礎概念である岩相区分に通じるところがあり大いに評価されるが、堆積相の認定や堆積相組み合わせなどの概念が確立する以前のことであった。

このように岩井（1951）や柴崎ほか（1958）、大西（1962）らの提示した岩相層序学的な捉え方は、田名部低地帯の更新統に関する初期の研究過程に共通するが、上北地域の更新統においては、さらに多くの問題を抱えたまま推移した。たとえば野辺地層下部を特徴づける泥層（岩井、1951）は沼崎泥層（北・丸山、1958）とも呼ばれ、軟体動物化石やゾウ化石を産することからたびたび取り上げられたが（湊・深田、1950；Iwai and Shiobara, 1969）、鮮新-更新世のどの時期の堆積物かについては見解が定まらなかった。岩井（1951）や柴崎ほか（1958）、大西（1962）は野辺地層およびその相当層の堆積を前期更新世としたが、中川（1963）や中川・上北団研グループ（1965）、新戸

部（1975）、市原ほか（1978）、丸山・松山（1989）はより古いとみなし、鮮新世から更新世にわたる堆積物とした。野辺地層とその相当層に関するこれらの議論は、鍵層を使った層序対比や確定した地質年代に基づくものではなかったため、その後も課題は未解決なままであった（中川、1972；根本・山口、1998；など）。どの研究者も明言してはいないが、野辺地層は少なくとも高館面のような中位段丘構成層よりは古い、段丘の基盤をなす地質系統を想定しているとみなされる。野辺地層の研究過程で起きた層序学的、年代学的解釈の混乱は、しかし、その後も更新統に関する調査が多く、多くの研究者によってなされたが、岩相変化に富むことから露頭間や地域間の対比の問題は解消されなかった。東北大学理学部地質学古生物学教室災害調査グループ（1969）は、野辺地層の層名使用について、小川原層と仮称して記述を進め、新たな層名として再定義すべきであると提案している。沼崎泥層に似た層名に沼崎層（中川、1963）がある。沼崎層は高館段丘の段丘構成層と定義されており、野辺地層の下部をさす沼崎泥層とは、まったく異なった層位をさすものである。

地質学的な研究が足踏みをしている中で、1980年代後半より火山灰層を使った地形学的研究が急展開した。宮内（1985）は上北平野に分布する指標火山灰を用いて段丘面の編年を試みた。なかでも七百面構成層や天狗岱面構成層を不整合に覆う泥層を沼崎泥層に対比し、この泥層が高館段丘構成層の下部とみなした。しかし、この泥層を含む、従来野辺地層と呼ばれている地層単位については言及しなかった。宮内（1985）の研究は上北平野を特徴づける段丘の地形面区分を行い、それぞれの段丘構成層の離水時期を明らかにした点で高く評価される。宮内（1985）の地形面区分はKuwabara（2001）にも引き継がれたが、Kuwabara（2001）は七百面よりもさらに古い袋町面を識別した。さらに袋町面から七百面、天狗岱面の火山灰層の下にある堆積物をCycle IからIVに区分し、これらを野辺地層に対比した。Cycle IはMIS 13の海進期堆積物、Cycle IVはMIS 7の時期の海進堆積物に比較しているため、野辺地層は約50～20万年前の堆積物とみなされる。

なお宮内（1985）が沼崎泥層を高館面構成層の下部に比定したことから、これを引用する以降の研究には沼崎泥層の年代解釈を誤認しているものもある。波多野ほか（1999）は上北町沼崎に露出するナウマン象化石を産したとされる野辺地層の泥岩を沼崎泥層とし、その堆積時期を宮内（1985）による高館段丘堆積物における層位及びナウマン象の生息年代から10～40万年前と見積もった。根本（2001）ではその年代幅を野辺地層の堆積年代と述べている。

野辺地層に関する放射年代測定については、島口（1999）が六戸付近に分布する野辺地層の泥岩に挟まれる軽石質火山灰の年代について報告したが、火山灰年代層序学的に洞爺火山灰と比較した野外事実と矛盾する値が得られた。

筆者らは2000年以降、野辺地層に関する問題を解決するために十和田市東部から小川原湖近辺にかけて分布する中部更新統について層位学的、堆積学的な検討を進めている。その結果、特に小川原湖南西方の甲地台地の基盤を構成する堆積物には、大小のチャンネル構造が発達し岩相変化に富む下部層と、フォーセット構造やデューン構造で特徴づけられる上部層に大別できることがわかってきた。このような岩相層序は、より南方の高館段丘の分布する三沢市西方や姉沼付近でも確認できた（鎌田ほか、2002；鎌田、2002）。しかし鮮新統と明確に認定できる地質系統の上に、野辺地層およびその相当層が直接重なる場所は、八戸市尻内付近をのぞくと上北地域には確認できていない。なお、田名部低地帯の田名部層の研究から得られた結果は、野辺地層とされる地質系統の侵食構造や堆積相組み合わせなどの堆積様式と共通することから、両者は中期更新世に氷河性海水準変動の影響の下、よく似た堆積盆発達史をたどったとみなすことができる（長谷川ほか、2002；鎌田・石田、2002；鎌田、2002）。田名部層の下部には含まれる火砕流堆積物は恐山火山起源とされる（桑原・山崎、2000）が、野辺地層下部には含まれる火砕流（またはラハール）堆積物の一部は、八甲田第2期火砕流堆積物（村岡・長谷、1990）の可能性がある。

なお、沼崎泥層の命名者に関しては次のような誤認がある。宮内（1985：p.504）では、七戸川下流域に分布する泥層を岩井（1951）が沼崎泥層としたと表記しているが、沼崎泥層の名称の使用

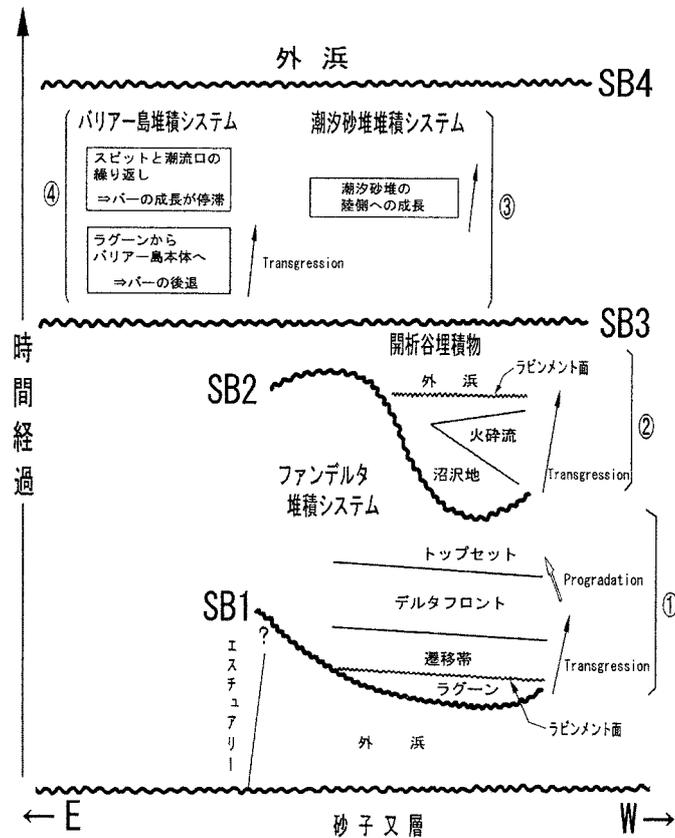
は北・丸山（1958）による命名である。同様に大西（1962）も沼崎泥層を鎮西（1958）によるとしているが誤りである。

田名部 — 上北弧内堆積盆の中部更新統の堆積システム

1. 田名部低地帯の中部更新統の堆積システム

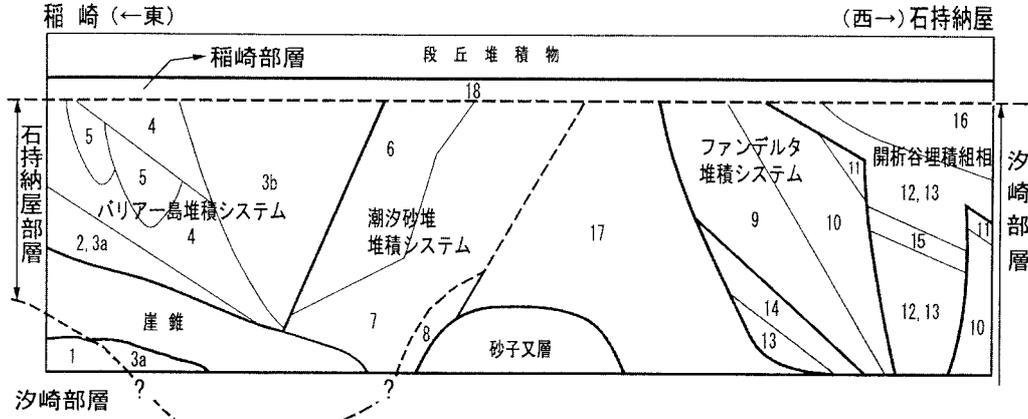
田名部低地帯北縁の津軽海峡に面する海岸には、長く続く段丘崖が発達する。この段丘崖には段丘構成層とその基盤をなす鮮新-更新統からなる堆積物が標識的に露出することから、岩相区分と層学的関係を示した詳しいスケッチを基に議論が展開されている（桑野、1957；岩崎、1987；桑原・山崎、2000；石田・鎌田、2000、2002）。次に堆積相解析により検討の進んでいる東通村入口～石持漁港の堆積相（石田・鎌田、2002）を中心に田名部層の堆積システムについて述べる。

田名部層汐崎部層の堆積は、鮮新統砂子又層堆積後の侵食によりできた、広い凹地（開析谷）地形を埋めることにより開始された。汐崎部層堆積中にも、より規模の小さな大小の谷地形を埋積する溺れ谷埋積相がよく見られる。このような開析谷内部では、沼沢地環境堆積物や内湾泥底環境堆積物の上に外浜などの、より水深の深い環境の堆積物が重なっているのが認められる。したがって、汐崎部層の堆積は、より高次の海水準変動の影響を記録しており、海水準低下期に形成された開析谷がその後の海水準上昇時に谷の内側が次第に埋積されるという過程を繰返し経てできたものである（第2図）。汐崎部層の大部分は海進期堆積体の集合体から構成され、海退時の堆積物は残っていない。ファンデルタ堆積物の成長は高海水準期である可能性が残される。汐崎部層を構成する堆積システムは、主に溺れ谷埋積相から始まるエスチュアリー堆積システムとファンデルタ堆積システムから構成され、海浜外浜堆積システムを伴う。



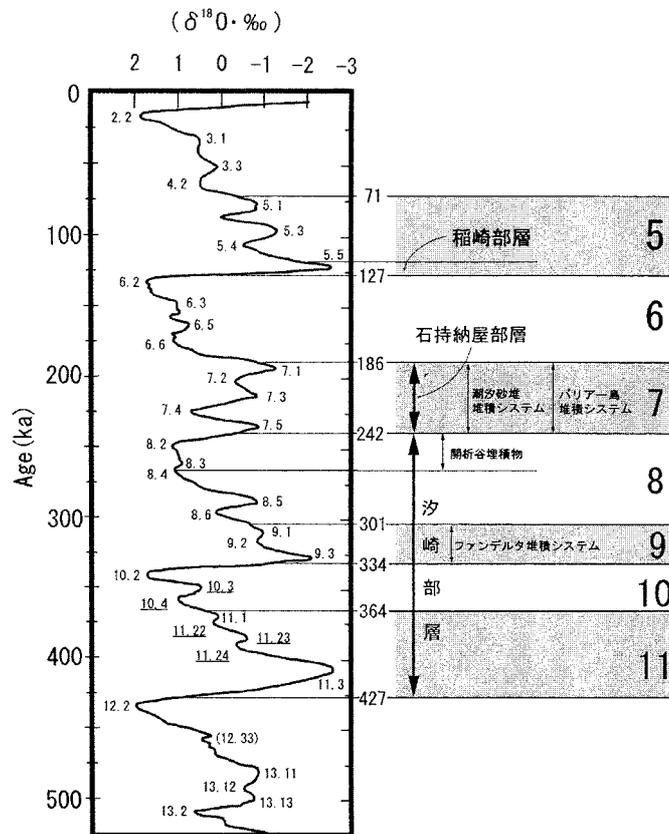
第2図 下北半島北部海岸の東部で観察される田名部層を構成する堆積相組み合わせ（石田・鎌田、2002）。SB3の侵食面を境にその下位には側方への岩相変化の著しい堆積相が、上位には側方変化の穏やかな堆積相がみられる。

田名部層石持納屋部層（石田・鎌田、2002）は、バリアー島堆積システムと潮汐砂堆積システムから構成される（第2、3図）。前者の大部分はバリアー島本体を構成する前浜～外浜堆積相と潮汐砂堆積相からなり、ラグーン堆積相や潮汐チャネル埋積相を伴う。これら二つの堆積システムは同時異相と考えられる。石持納屋部層の大部分は海進期堆積体に相当するが、上述の両堆積システムにみられるプログラデーションは高海水準期の存在を示唆する。



第3図 下北半島北部海岸の東部で観察される田名部層の部層区分（破線の示す境界）と、それらを構成する堆積システムの分布のようす（石田・鎌田、2002より）。

汐崎部層の、ファンデルタ堆積相を切って重なる開析谷埋積物中には含まれる恐山火山起源の火山灰層がMIS 8で堆積したとされている（桑原・山崎、2000）。このことから、開析谷埋積物にみられる海進はMIS 7の海水準上昇期に対比される。したがって、それより下位のファンデルタ堆積物の示す海進はMIS 9で、上位のバリアー島堆積システムと潮汐砂堆積システムの堆積時の海進はMIS 7の時期のものと考えられる（第4図）。



第4図 石田・鎌田（2002）による田名部層を構成する堆積システムと、その堆積時期の比較。海水準変動曲線は Bassinot et al. (1994) による。

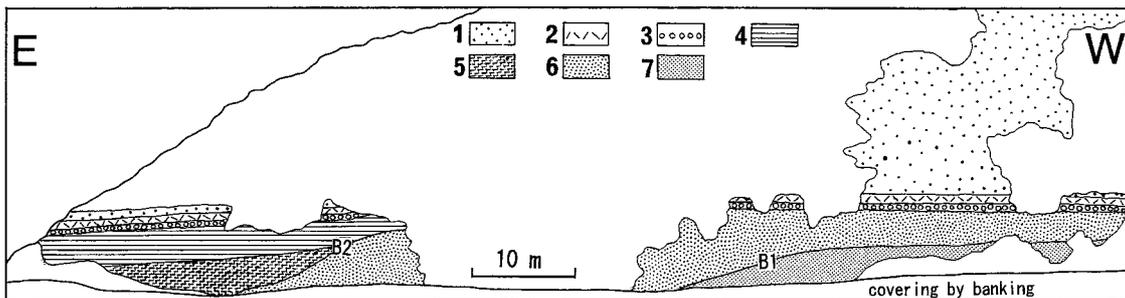
北部海岸の模式露頭東部の堆積相組み合わせとその累重様式は第3図に示したが、その西部ではさらに岩相の変化に富んだ堆積相が観察される(鎌田・太田、1997)。特に旧大利納屋付近ではエスチュアリー堆積物を含む汐崎部層の堆積相がもっとも詳細に検討でき、海水準変動との関わりを考察するにはそこでの調査、検討が急務である。

2. 上北地域の中部更新統の堆積システム

筆者らにより十和田市東部羽立付近および小川原湖西部や南西部に分布する段丘崖に露出する中部更新統について堆積学的な検討が行われている。“野辺地層”上部層には潮汐砂堆積システムが認められ、特に甲地台地から南の姉沼付近まで広く分布する。この堆積物は岩井(1951)の野辺地層上部に対比できると考えられる。“野辺地層”下部層はラグーン(または内湾)環境とヘリンボーン構造の発達で特徴づけられるエスチュアリー環境の堆積相組み合わせからなり、内湾-エスチュアリー堆積システムを構成する。この堆積システムの上位には開析谷埋積相が重なり合ってみられ、堆積相の側方への変化を複雑にしている。開析谷埋積相の下部には泥質相がみられ、カキなどの二枚貝化石を密集して含むことがある。“野辺地層”を谷状に侵食して潮汐低地(tidal flat)堆積物が見られる。潮汐低地堆積物は、泥質干潟環境を示唆する泥質堆積物を伴う潮汐チャンネル(tidal channel)埋積物からなる。潮汐チャンネルに合流する分岐流路のtidal creekも認められる。潮汐チャンネルの側方への移動により形成されるチャンネル埋積物の集合体を伴う。

岩井(1951)は、筆者らの内湾-エスチュアリー堆積システムを細分して夾垂炭層からなる中部層と、泥岩層からなる下部層に区分しているが、泥質層は上述のように開析谷埋積相の下部を構成するほかに、エスチュアリー堆積相の最上部に出現することもあり、岩井(1951)が提示したような部層区分については再検討中である。

従来野辺地層とされる地質系統は、桑原(2004)や横山ほか(2004)が明らかにしたように高館面や天狗岱面などの段丘構成層を含めて議論していたと考えられる。野辺地層の岩相層序を確立するためには、高館面などの露頭断面での観察では資料が不十分であり、十和田市羽立付近(鎌田・長谷川、2003)にみられるような、より高位の段丘面分布地における露頭断面(第5図)での検討が必要である。



第5図 十和田市羽立付近に分布する七百面段丘堆積物の基盤を構成する堆積物の堆積相と侵食境界。境界B1は allocyclic 侵食面、境界B2も allocyclic 侵食面と考えられる。

なお高館段丘を構成する主要碎屑物である礫層については堆積学的な検討がなされていない。たとえば姉沼付近では高館面相当の段丘堆積物の上部によくみられるが、横山ほか(2004)や桑原ほか(2004)では、高館段丘構成堆積相の中に記載されておらず、環境解析結果の考察にもまったく言及されていない。

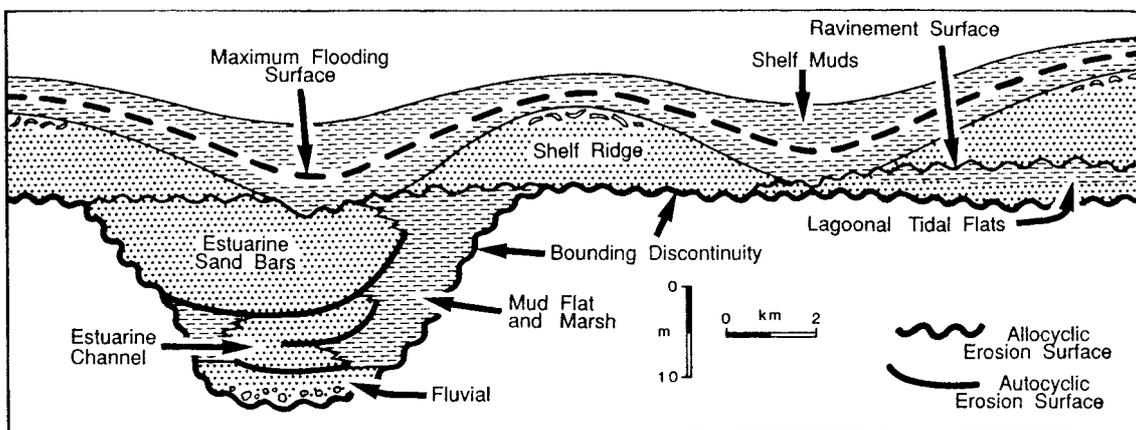
田名部 — 上北弧内堆積盆の堆積相の特徴

田名部層や野辺地層の分布域はプレートの沈み込みに伴って形成される前弧海盆域西縁に位置す

る弧内堆積盆 (intra-arc basin) (Einsele, 2000) である。田名部-上北弧内堆積盆を含む、火山フロント東縁に隣接する地溝状の地形的特徴を示す区域を貝塚 (1972) は中央沈降帯と命名した。桑原・山崎 (2000) や Kuwabara (2001)、桑原 (2004) では上北平野域や田名部低地帯を中央沈降域の名称を踏襲して議論を展開している。貝塚 (1972) の中央沈降域は火山フロントと外弧隆起帯と呼んだ間に位置する低地帯を指す用語で、地形的な特性に注目したものである。田名部低地帯や上北平野域は堆積盆の形成要因や発達過程について不明な点が多いものの単純な沈降運動で把握できないことは桑原・山崎 (2000) などによって既に指摘されている。したがって、ここでは堆積盆の性格に着目して分類、命名された弧内堆積盆 (Einsele, 2000) と位置づけて議論を進めるのが妥当と考える。東北日本弧北部で中部更新統の層序が詳しく報告されているところは山鹿半島を除くときわめて少ない。さらに、堆積環境の変遷が詳しく論じられている例はまれである。したがって田名部-上北弧内堆積盆の中部更新統の層序を確立し、堆積学的な検討を行うことは、東北日本弧北部の地史や弧内堆積盆のテクトニクスを考察する上で非常に重要である。

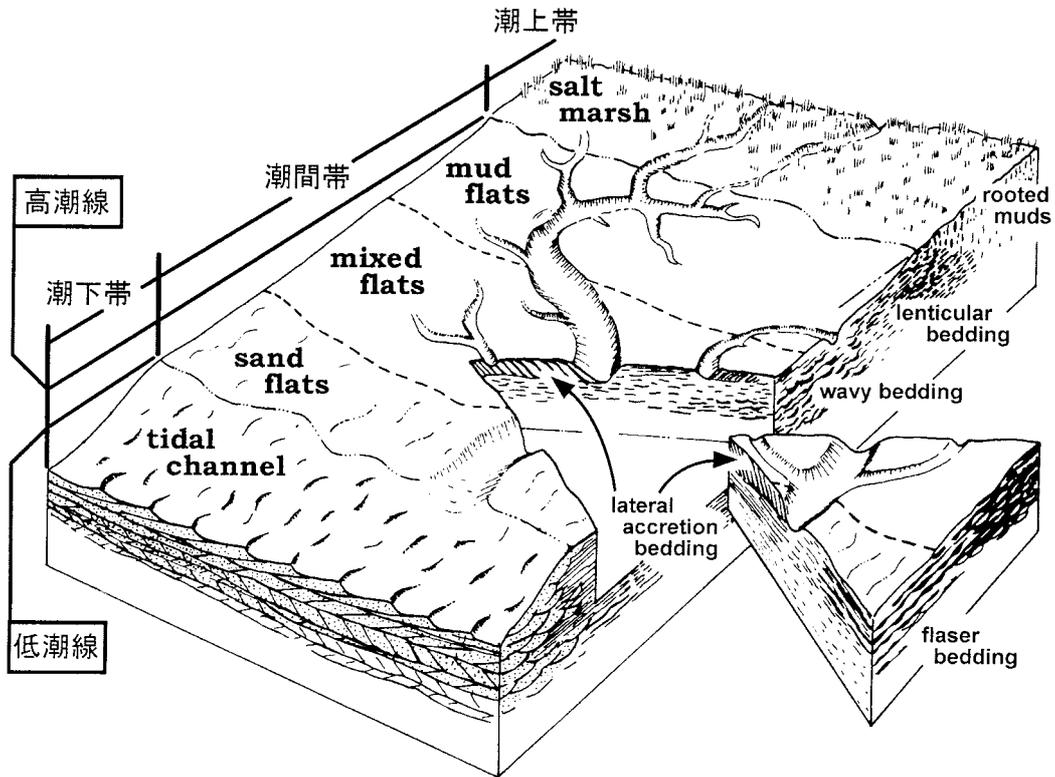
これまで述べてきたように、田名部-上北弧内堆積盆の中部更新統を構成する田名部層と野辺地層の主要分布域は70km前後離れているが、よく似た岩相層序と堆積様式を記録している。このことは同じ前弧海盆域に位置する両地域の更新世堆積盆が、氷河性海水準変動の影響を受けながら、ほぼ同様の造構環境にあったことを示唆している。基本的には堆積初期には開析谷が形成され、引き続いてこの開析谷が埋積谷となる開析谷埋積システムが優勢し、潮汐作用を記録する堆積物を伴うこと。また上部には潮汐砂堆システムの組み合わせが卓越することが共通して見られる (鎌田・石田, 2002; 長谷川ほか, 2002)。これらの堆積システムは海水準低下期には開析谷が形成されるが海退時の堆積物は残らないこと。またその後の海進に伴ってエスチュアリー環境や干潟環境が広く出現し、海水準の高い時期には潮汐砂堆が形成されたことを示している。このような田名部-上北弧内堆積盆の中部更新統を構成する田名部層と野辺地層の堆積システムの特徴を考慮すると、従来、層序区分や対比に混乱をもたらしていた岩相変化の著しさと岩相境界をどのように把握するのかという基準がみえてくる。

すなわち田名部層や野辺地層の岩相境界に見られる不連続性の一つは侵食面である。この侵食面 (侵食構造) は海水準の低下期に形成される規模の大きな開析谷と、潮汐低地環境を構成する潮汐チャンネル (tidal channel) に相当する、より規模の小さな侵食面に識別される。前者は Dalrymple (1992) による allocyclic 侵食面であり、エスチュアリー相にみられる露頭規模での侵食面は同様に autocyclic 侵食面に相当する (第6図)。このように侵食面を形成要因に基づいて区別することにより、allocyclic 侵食面で境界される単位地質系統が累層として把握され、autocyclic 侵食面で境される堆積相の一部は部層と認識できることになる。



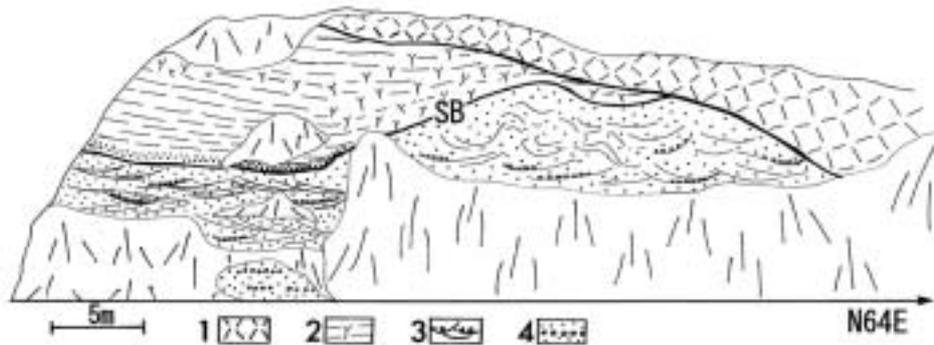
第6図 エスチュアリー環境に形成される、海進期における堆積相の重なり様式を示す模式図 (Dalrymple, 1992より)。太波線で示した堆積境界が allocyclic 侵食面で、太実線で示される堆積境界が autocyclic 侵食面である。

田名部層や野辺地層の岩相変化を生み出す堆積物の不連続性は、潮汐堆積物の特性を考えるとより分かり易い。第7図に示すように潮汐干潟を構成する環境では、陸側から泥質干潟、砂質干潟、混合干潟堆積物と移化するが、その外側には潮汐チャンネルが位置していて、砂堆のベッドフォームを呈する粗粒堆積物がみられる。砂堆の成長、移動や潮汐チャンネルの軸が移動することによって粗粒堆積物の堆積域は細粒堆積物の堆積域と容易に交差する。このような側方への堆積環境の変化が複雑な岩相組合せと岩相境界を作り出すのである。



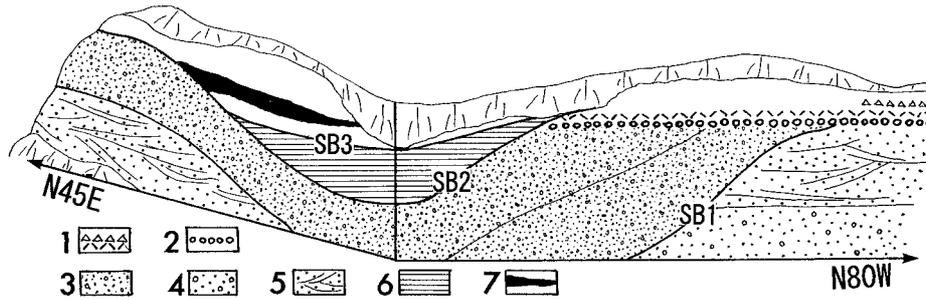
第7図 潮線により区分される潮汐干潟を構成する環境区分とその堆積物、Dalrymple (1992) の図に板倉 (2004) が潮線を加筆したもの。

例えば第8・9図は野辺地層の分布する上北地域において、段丘崖で観察される露頭スケッチである。ここでは段丘面の識別と、段丘面形成に対応した侵食面を認識することによって、野辺地層の累層境界が識別され、岩相変化の解釈も合理的に把握できる。多くの研究者がこの露頭も



第8図 上北町虫神東部における七百面の段丘崖にみられる堆積物。SBは“野辺地層”と七百面構成層の境界に相当する侵食面。

1. 十和田八戸火山灰層 2. 植物遺体を含む泥質堆積物。基底部に礫層があり正級化する。
3. トラフ型クロスラミナの発達する礫まじり砂層。ヘリンボーン型クロスラミナもみられる。
4. 礫層を挟む平行葉理の発達する砂層。



第9図 六戸町金矢付近における高館面の段丘崖にみられる堆積物。SB1は野辺地層と下位の鮮新統斗川層の境界に相当する侵食面。SB2は野辺地層中の allocyclic 侵食面。SB3は高館面構成層との境界に相当する allocyclic 侵食面。

1. 火山灰層
2. 礫層
3. パイプ状生痕に富む不淘汰礫質砂層
4. 礫混じり砂層
5. トラフ型クロスラミナの発達した砂層
6. 暗灰色泥層
7. 泥炭質泥層

しくは、この付近での調査資料を基に野辺地層について議論している（北・丸山、1958；Iwai and Shiobara、1969；新戸部、1976；波多野ほか、1999；鎌田・長谷川、2003）。しかし、この付近に分布する地形面は高館面であり、段丘堆積物は高館面を構成する5eに相当する時期に堆積したものである。このような露頭では高館面構成堆積物の下位に、より高位の段丘堆積物が存在することもあり、野辺地層相当層は段丘崖の下部や基部に露出するか、もしくは露出しないこともある。したがって、野辺地層の岩相層序や堆積相の検討を行うには高館面分布域は適当ではない。

田名部層や野辺地層の岩相層序の把握や対比の困難さを打開したのは1960年代以降導入された、海成段丘や海岸平野の形成史を海水準変動曲線と地盤隆起を組み合わせたモデルの登場に負うところが大きい。しかし、田名部低地帯も上北平野地域も地形学的な考察に重点が置かれ、堆積学的なアプローチが遅れているのが現状である。

既述のようにこれまでの層序学的研究は段丘構成層と基盤の堆積物の識別が不十分なまま岩相層序がなされ、対比されてきた。しかし露頭規模で観察される侵食谷の存在が見落とされたり、認識が十分でない状態で記載を進めたために層序区分に誤認が生じていたのである。1960年代以前に議論された当時の露頭は現在ほとんど見ることができず、詳しい露頭記載が少ないことも原因で、かつて定義された野辺地層を追認することは大変難しい。したがって、従来も指摘されていたように、野辺地層について記述された文献と比べるよりも、調査地域ごとに確認された層序記載に基づいて、新たに暫定的な層名をつけて議論を進めることが妥当である。

田名部低地帯に分布する更新統田名部層と上北地域に分布する更新統野辺地層は中期更新世の堆積物で、両者はほぼ同じ岩相層序を持っていることがわかった。東北日本弧では中部更新統の層序が検討できる場所は福島県飯坂地域や仙台平野北部、岩手県花巻付近などに限定されるが、それらはおもに陸成層からなる。田名部層と野辺地層は海成層をはさむ（大部分海成層からなる）ことから、堆積盆の造構史を編む上で重要な堆積物であり、地質年代が細かく入ることにより相対的海水準変動についても精度の高い検討ができる。

前弧海盆でしかも弧内堆積盆に位置する堆積盆では、隣接する火山域から供給される火砕物が堆積物中によくはさまれる。また津波堆積物がはさまれることもある。実際、田名部層や野辺地層には火砕流堆積物や降下火山灰がはさまれている。このように弧内堆積盆の堆積相の特徴として火砕流堆積物や火山灰層を挟むことが確認できる。また火砕物を鍵層として利用することによって露頭間の詳細な対比が可能となり、堆積学的な面からも火砕物の供給量増加がもたらす見かけ上の海退現象などの影響の検討が可能となる。

青森県東部に分布する田名部層と野辺地層は、火山前線前縁の弧内堆積盆を埋積する中部更新統である。中部更新統の連続した岩相層序について検討できるセクションは東北日本では少ない。最

近の研究によって、堆積体の形成と海水準変動の関係がかなり詳細にわかるようになった。その結果氷河性海水準変動の影響下での海域環境から陸化への過程が詳細に復元できるようになった。本研究によって明らかとなった田名部-上北弧内堆積盆の岩相層序と堆積システムは、東北日本弧東北部のテクトニクスを論じる上で最も重要な堆積体である。

なお田名部層石持納屋部層にはバリアー島堆積物がみられる(石田・鎌田、2000)が、バリアー島堆積物は堆積物そのものが地層記録として保存されることが稀であり(Reinson、1992)、世界的に地質時代の解析例は少ない。石持納屋部層のバリアー島堆積物は潮流口の移動の軌跡がたどれるとともに、潮流口内にスピットの形成されるようすが保存されている(鎌田、2001)。このようなスピットの堆積を記録したバリアー島堆積複合体については稿を改めて論ずる予定である。また、この弧内堆積盆がリフト的なものなのかプリアパート堆積盆的なものかなどの成因に基づいた区分については今後の検討課題である。

謝辞：

本論文を草するにあたり、潮汐低地の堆積相についてご教示いただいた茨城大学教育学部の牧野泰彦氏、韓国Chonnam大学S. S. Chun氏に深く感謝する。また野辺地層について日頃ご討論いただいている青森県立郷土館の島口天氏、関連する文献をご教示いただいた弘前大学教育学部小岩直人氏に感謝する。

〔文献〕

- Bassinot, F. C., Labeyrie, L. D., Vincent, E., Quidelleur, X., Shackleton, N. J. and Lancelot, Y. (1994) The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matsuyama Magnetic reversal. *Earth Planet. Sci Lett*, 126:91-108.
- Dalrymple, R. W. (1992) Tidal Depositional Systems. In Walker, R. G. and James, N. P. eds, *Facies models response to sea level change*, 195-218, Geol. Assoc. Can.
- Einsele, G. (2000) *Sedimentary Basins: Evolution, Facies, and Sediment Budget*. Springer, Berlin Heidelberg, 792p.
- 長谷川 準・佐藤 博之・鎌田耕太郎(2002) 東北日本弧北東部の中部更新統の層序と堆積環境の変遷(その1) -野辺地層を例として-。地学団体研究会第56回北海道総会講演要旨、p.37。
- 波多野良次・田中 克人・根本 直樹(1999) 青森県のナウマンゾウとオオツノジカ化石についての新知見。青森県史研究、3：131-141。
- 石田 磨妃・鎌田耕太郎(2000) 青森県下北半島、更新統田名部層における海進期のバリアー島堆積物。堆積学研究、52：53-62。
- 石田 磨妃・鎌田耕太郎(2002) 下北半島の中部更新統田名部層の層序と堆積システム。地球科学、56：231-248。
- 岩井 淳一(1951) 青森県東部の更新統。東北大地質古生物研報、40：1-31。
- Iwai, T. and Shiobara, T. (1969) Pleistocene mollusca from Kamikita-gun, Aomori Prefecture, Japan. *Bull. Educ. Fac., Hirosaki Univ.*, 20B:1-7.
- 岩崎 孝明(1987) 下北半島における中・後期更新世堆積物層序。駒澤地理、23：109-123。
- 貝塚 爽平(1972) 島弧系の大地形とプレートテクトニクス。科学、42：573-581。
- 鎌田耕太郎(2001) 波浪卓越型バリアー島の潮汐チャンネル-スピット堆積相-更新統田名部層を例として-。日本地質学会第108年学術大会講演要旨、87。
- 鎌田耕太郎(2002) 小川原湖南方に分布する野辺地層の層序と堆積相。日本地質学会第109年学術大会講演要旨、p.66。
- 鎌田耕太郎(2004) 下田町錦ヶ丘における野辺地層の堆積相と堆積環境。下田町錦ヶ丘産出のニホンジカ化石調査報告書、31-37。青森県下田町教育委員会。
- 鎌田耕太郎・長谷川 準(2003) 青森県上北地域に分布する野辺地層下部の泥質堆積物の層位学的位置について -沼崎泥層の再検討-。弘前大学教育学部紀要、90：79-86。
- 鎌田耕太郎・石田 磨妃(2002) 東北日本弧北東部の中部更新統の層序と堆積環境の変遷(その2) -田名部層を例として-。地学団体研究会第56回北海道総会講演要旨、p.38。
- 鎌田耕太郎・太田裕香子(1997) 青森県下北半島美付付近の海岸に分布する更新統田名部層の層序と堆積相。

- 弘前大学教育学部紀要、78：57-63。
- 北 卓治・丸山 修司(1958) 青森県東部丘陵地区。未利用鉄資源、5：48-54。
- Kuwabara, T. (2001) Quaternary Tectonic Movement deduced from Marine Terraces and Noheji Formation in the Kamikita Plain, Shimokita Peninsula, Northeast Japan. 東京都立大学地理学報告、36：17-28。
- 桑原拓一郎(2004) 青森県東部上北平野における海成段丘構成物の層序と相対的海面変化。地質学雑誌、110：93-102。
- 桑原拓一郎・山崎 晴雄(2000) 下北半島・田名部低地帯における海成段丘の形成と田名部累層の堆積過程および地殻変動。月刊地球、22：711-716。
- 桑原拓一郎・山崎 晴雄(2001) テフラから見た最近45万年間の恐山火山の噴火活動史。火山、46：37-52。
- 桑野 幸夫(1956) 田名部周辺の第四系。資源科学研究所彙報、no.40：29-38。
- 桑野 幸夫(1957) 田名部低地帯北部の第四系。資源科学研究所彙報、nos.43-44：178-194。
- 桑野 幸夫(1958) 下北半島北東部の地質。資源科学研究所彙報、nos.46-47：28-37。
- 丸山 俊明・松山 力(1989) 5.8三戸－八戸地域。日本の地質「東北地方」編集委員会編、日本の地質2 東北地方、140-148。共立出版社。
- 湊 正雄・深田 淳夫(1950) 青森象の層準について。地学、2：28-32。
- 宮内 崇裕(1985) 上北平野の段丘と第四紀地殻変動。地理学評論、58A：492-515。
- 中川 久夫(1963) 第二部 青森県の第四系。青森県の地質、65-92、青森県。
- 中川 久夫(1972) 第二部 青森県の第四系。青森県の地質、71-120、青森県。
- 根本 直樹(2000) 3.2台地・平野。青森県史自然編地学、188-209、青森県。
- 根本 直樹・山口 義伸(1998) 第四系。青森県の地質、青森県、87-97。
- 日本第四紀学会(編)(1987) 日本第四紀地図。東京大学出版会、119p。
- 新戸部 隆(1976) 上北地方に分布する野辺地層の地質および古環境について。三沢高等学校研究紀要、15-29。
- 大西 弘(1962) 青森県東部洪積統の堆積学的研。地質学雑誌、68：543-562。
- 大矢 雅彦・市瀬 由自(1956) 下北半島北東部の海岸地形。資源科学研究所彙報、40：16-28。
- Otuka, Y. (1939) Mollusca from the Cainozoic System of Eastern Aomori Prefecture, Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 46:23-31.
- Reinson G.E. (1992) Transgressive barrier island and estuarine systems. In: Walker RG and James NP (eds), Facies models response to sea level change, 179-194, Geol Assoc Can.
- 酒井軍治郎・宮城 一男・岩井 武彦・大池 昭二(1965) 表層地質図「八戸」および表層地質各論。土地分類基本調査「八戸」5万分の1、1-25。経済企画庁。
- 坂倉 範彦(2004) 潮汐環境の堆積物：日本の干潟の理解に向けて。化石、76：48-62。
- 柴崎 達雄・青木 滋・小松 直幹・大森隆一郎・藤田 至則(1958) 青森県下北半島南部の地質と地下水。藤本教授記念論文集、154-160。
- 島口 天(1999) 下田町の野辺地層産貝化石群集と古環境。青森県立郷土館調査研究年報、23：59-70。
- 東北大学理学部地質学古生物学教室災害調査グループ(1969) 地震に伴う自然現象と災害－青森県東部における“1968年十勝沖地震”の実例について。東北大学理学部地質学古生物学教室邦文報告、67：1-98。
- Tokunaga, S. and Takai, F. (1936) On a Fossil Elephant, Palaeoloxodon aomoriensis, from Shitinohe, Kamikita-gun, Aomori Prefecture, Japan. Trans. Pal. Soc. Japan, 10:25-29.
- 対馬 坤六・滝沢 文教(1977) 尻屋崎地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。地質調査所、36pp。
- 山崎 春雄・粟田 泰夫・加藤 碩一・衣笠 善博(1986) 1：500,000活構造図 青森、図幅第5号、地質調査所。
- 横山 芳春・七山 太・桑原拓一郎・安藤 寿男(2004) 堆積学的手法によって明らかにされた海成段丘の形成過程－青森県上北平野、MIS 5e高館面構成層での試み－。地質ニュース、595：10-18。